DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Neunter Jahrgang. 1. April 1921. Heft 13.

Über das Uhrenparadoxon in der Relativitätstheorie.

Von Hans Thirring, Wien.

In seinem Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie[1]) hat *Einstein* jenes Uhrenparadoxon behandelt, das seinen Gegnern Anlaß zu der Behauptung gegeben hat, die Theorie enthalte innere Widersprüche. Die von *Einstein* dort gebrachten Gegenargumente sind dann abermals angefochten worden[2]), worauf *Einstein* eine Erwiderung ablehnte. Nun ist es allerdings aussichtslos und auch gar nicht lohnend, einem überzeugten Gegner der Relativitätstheorie klar machen zu wollen, daß diese zumindest logisch einwandfrei ist; andererseits gibt gerade die Behandlung des Uhrenparadoxons durch eine simple schulmäßige Diskussion der Lorentztransformation Gelegenheit, dem der Theorie Fernerstehenden an einem einfachen Beispiel die relativistische Denkweise zu erläutern. Aus diesem Grunde soll die Frage hier nochmals aufgerollt werden.

Es handelt sich um folgenden Fall: Von zwei gleichgestellten, gleichlaufenden Uhren A und B soll die eine A z. B. gegen den Fixsternhimmel ruhend bleiben, während die andere mit gleichförmiger Geschwindigkeit eine lange gerade Strecke durchlaufe, hierauf durch die von irgendeiner Kraft bewirkte Verzögerung zur Umkehr gebracht werde und wiederum zum Ausgangspunkt zurückkehre. Nach der Relativitätstheorie ist sie dann gegenüber der ruhenden Uhr A um einen gewissen Zeitbetrag zurückgeblieben, der von der Relativgeschwindigkeit v und dem durchlaufenen Wegstück l abhängt. Da nun (ebenfalls nach der Relativitätstheorie) im Falle einer gleichförmigen, geradlinigen Bewegung jede der beiden Uhren mit gleichem Recht als ruhend und die andere als bewegt betrachtet werden kann, so könnte man, sagen die Gegner der Theorie, ebenso behaupten, daß A gegenüber B zurückbleiben muß. Da aber nicht jede Uhr gegenüber der anderen nachgehen kann, so sei schließlich doch die „wirklich" bewegte Uhr gegenüber der anderen ausgezeichnet, was dem Grundprinzip der Theorie widerspreche. *Einstein* legte nun a. a. O. dar, daß wegen des Beschleunigungs- (Verzögerungs-) Vorganges, der ja zur Umkehr der Uhr B unbedingt notwendig ist, das Problem überhaupt nicht in das Gebiet der speziellen Relativitätstheorie hineingehöre und erläuterte den Standpunkt der allgemeinen Theorie ihm gegenüber. Darauf erwiderte *Gehrcke*: „Erstens ist es unverständlich, was diese Beschleunigungen mit dem Nachgehen zu tun haben sollen, wo doch der Betrag, um den B nachgeht, durch die unbeschleunigte gleichförmige Bewegung gegeben ist; man kann immer, z. B. durch genügende Länge des mit gleichförmiger Geschwindigkeit zurückgelegten Weges, einen von dem Ruck im Umkehrpunkt oder Endpunkt der Bewegung herrührenden Anteil des Nachgehens auf beliebige Kleinheit gegenüber dem Anteil aus der gleichförmigen Bewegung herabdrücken . . . ."

Nun betrachten wir die Sache einmal genauer, indem wir die Lorentztransformation für die Zeit gerade so diskutieren, wie man das in der Mittelschule an einem Beispiel der analytischen Geometrie macht. Wir denken uns der Vollständigkeit halber und auch um auf ein Beispiel einzugehen, das Herr *Gehrcke* früher gebracht hat[3]), zwei sehr lange Plattformen K und K', die längs ihrer geraden Trennungslinie, in die wir die gemeinsame X- und X'-Achse eines rechtwinkligen Koordinatensystems legen, mit der Geschwindigkeit v aneinander vorbeigleiten. An beiden Plattformen sei knapp an der Trennungsgeraden eine Reihe von Uhren aufgestellt; die im Koordinatenursprung von K befindliche sei A genannt, die im Koordinatenursprung von K' befindliche B. Als Ausgangspunkt der Zeitmessung sei in beiden Systemen das Ereignis des Vorüberfahrens von B an A gewählt; für $t = t' = 0$ koinzidieren also A und B zeitlich und räumlich. Wenn nun alle Uhren auf der Plattform K untereinander und ebenso alle Uhren der Plattform K' untereinander gemäß den Vorschriften der speziellen Relativitätstheorie gleichgerichtet sind (bekanntlich geschieht das nach dem Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit), so stimmen die Zeitrechnungen in K und K' nicht miteinander überein, sondern stehen vielmehr miteinander in der Beziehung:

$$t' = \beta\left(t - \frac{v}{c^2}x\right), \quad \beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

(Lorentztransformation der Zeit).

Es wird also für $t = 0$ die Uhr A den gleichen Stand haben wie die gerade an ihr vorüberfahrende Uhr B, hingegen wird ein um das Stück a weiter rechts befindlicher Beobachter von K konstatieren, daß die gerade bei ihm (jenseits der

[1]) *A. Einstein*, diese Zeitschrift *6*, 697, 1918.
[2]) *E. Gehrcke*, diese Zeitschrift 7, 147, 1919.
[3]) *E. Gehrcke*, diese Zeitschrift *1*, 62, 1913.

Trennungslinie) befindliche Uhr von K' die Zeit

$$t' = -\beta \frac{v\,a}{c^2}$$

zeigt, also gegenüber seiner eigenen, die auf Null steht, nachgeht, ferner wird ein um das Stück a weiter links gelegener Beobachter von K finden, daß die gerade vorüberfahrende K'-Uhr die Zeit

$$t' = +\beta \frac{v\,a}{c^2}$$

angibt, also gegenüber der eigenen vorgeht. Trägt man sich die Differenz Δt zwischen den Angaben der Uhren von K und der mit ihnen zur Zeit $t = 0$ gerade räumlich koinzidierenden Uhren von K' als Funktion von x auf, so erhält man das in der Fig. 1 dargestellte Diagramm. Fig. 2 gibt dann

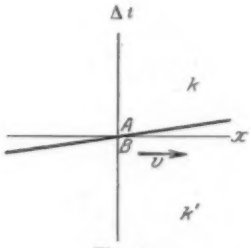

Fig. 1.

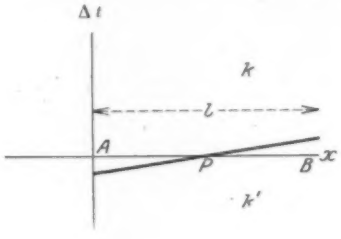

Fig. 2.

Die Ordinaten der Punkte der schrägen Geraden bedeuten die Differenz Δt zwischen den Angaben der Uhren von K und der mit ihnen räumlich gerade koinzidierenden Uhren von K' zur Zeit $t = 0$, $t' = 0$. zur Zeit $t = \frac{l}{v}$, $t' = \beta\left(\frac{l}{v} - \frac{v\,x}{c^2}\right)$.

die entsprechenden Verhältnisse zu einer späteren Zeit

$$t = \frac{l}{v}, \quad t' = \beta\left(\frac{l}{v} - \frac{v\,x}{c^2}\right).$$

Die Uhr B ist unterdessen um das Stück l (gemessen in K) weitergerückt, der Schnittpunkt der schrägen Geraden mit der Achse um $l/2$[4]). Die Gerade wandert also mit der Geschwindigkeit $v/2$ nach rechts. In der Mitte zwischen A und B befindet sich ein neutraler Punkt, in welchem die K-Uhr mit der gerade benachbarten K'-Uhr den gleichen Stand hat. Man erkennt aus der Figur und aus den Formeln sofort folgendes: Beim Punkte A ist $\Delta t < 0$, $t < t'$, also geht *die Uhr A gegenüber* der gerade vorbeifahrenden *K'-Uhr nach*, beim Punkte B ist $\Delta t > 0$, $t > t'$, also geht die *Uhr B gegenüber* der eben vorbeifahrenden *K-Uhr ebenfalls nach*. Solange man es also mit einer gleichförmigen Translationsbewegung zu tun hat, ist keine Uhr vor der anderen ausgezeichnet[5]). Jede geht in dem hier gekennzeichneten Sinne gegenüber der anderen nach, das ist aber kein Widerspruch, sondern kommt daher, daß die Gleichzeitigkeit räumlich entfernter Ereignisse in K eine andere ist als in K'.

Nun kommen wir zum kritischen Punkt, nämlich zur Umkehr. Im Momente $t = l/v$ soll auf alle Punkte der Plattform K' gleichzeitig (von K aus betrachtet) eine Kraft entgegengesetzt der Bewegungsrichtung wirken, so daß innerhalb eines Zeitintervalles τ, das sehr klein gegen l/v sei, die Bewegung zum Stillstand gebracht wird und nach der Zeit 2τ in die entgegengesetzte Bewegung mit der gleichen Geschwindigkeit $-v$ verwandelt wird. Während dieses Zeitintervalles τ ist das System K' noch um ein kleines Stück nach rechts hinausgeschwungen und es befindet sich zur Zeit $t = l/v + 2\tau$ wieder in derselben Lage wie zur Zeit $t = l/v$ (B befindet sich im Punkte $x = l$). Wir akzeptieren hier nun völlig den Gehrckeschen Standpunkt, „daß der von einem Ruck im Umkehrpunkte herrührende Anteil des Nachgehens auf beliebige Kleinheit gegenüber dem Anteil aus der gleichförmigen Bewegung her-

[4]) Wenn nämlich $\frac{v^2}{c^2}$ so klein ist, daß man seine höheren Potenzen vernachlässigen kann, gilt:

$$t' = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(\frac{l}{v} - \frac{v\,x}{c^2}\right) = \frac{l}{v}\left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}\right)\left(1 - \frac{x}{l}\frac{v^2}{c^2}\right) = \frac{l}{v}\left[1 + \frac{v^2}{c^2}\left(\frac{1}{2} - \frac{x}{l}\right)\right]$$

und

$$\Delta t = t - t' = \frac{l\,v}{c^2}\left(\frac{x}{l} - \frac{1}{2}\right)$$

das ist die Gleichung der in Fig. 2 gezeichneten Geraden. Sie schneidet die x-Achse im Punkte $\Delta t = 0$, d. h. $\frac{x}{l} - \frac{1}{2} = 0$ oder $x = \frac{l}{2}$. Die Beschränkung auf kleine Werte von $\frac{v^2}{c^2}$ wurde der Einfachheit halber gewählt — die Überlegungen gelten aber ganz allgemein.

[5]) Dies übersah Herr *Gehrcke* in seiner ersten diesbezüglichen Abhandlung (Sitzungsber. d. bayer. Akad. d. Wiss. 1912, S. 209), und zwar liegt der Fehler eben darin, daß er, statt von der Lorentztransformation auszugehen, mit der „Zeitformel" $t' = t\,\beta^{-1}$ rechnet, die ja nur eine Spezialisierung der Lorentztransformation für $x' = 0$ ist, und die man mit genau dem gleichen Recht auch $t = t'\,\beta^{-1}$ schreiben kann, wenn man $x = 0$ setzt. Der Fehler wiederholt sich in der oben zitierten Arbeit von 1913.

abgedrückt werden kann". Nach der Umkehr sollen also bis auf unendlich kleine Abweichungen, die wir vernachlässigen, die Zeitdifferenzen zwischen den Uhren in K und den gerade vorüberlaufenden in K' ebenfalls durch das Diagramm in Fig. 2 gegeben sein. Hingegen darf nicht von vornherein vorausgesetzt werden, daß die K'-Uhren untereinander nach Beendigung des Beschleunigungsvorganges noch exakt gleichzeitig gehen. Denn da die Relativgeschwindigkeit von K' in bezug auf K nicht mehr v, sondern $-v$ ist, gilt nun die Transformation:

$$t' - t'_0 = \beta\left(t + \frac{v\,x}{c^2}\right),$$

wobei t_0' eine Konstante ist, deren Wert davon abhängt, nach welcher Uhr von K' alle anderen Uhren dieses Systems nach der Umkehr gleichgerichtet werden. Das bedeutet also folgendes: Würde man nach der Umkehr (zur Zeit $t' = \beta\left(\frac{l}{v} - \frac{l\,v}{c^2}\right) + 2\tau$) alle K'-Uhren nach der Uhr B richten — B befindet sich jetzt im Punkte $x = l$ —, so wären die Differenzen ihrer Zeitangaben gegen die der gerade vorüberlaufenden K-Uhren durch die obere gestrichelte Gerade in Fig. 3 gegeben. Denn man hätte in diesem Falle die in Fig. 1 skizzierte Konstruktion der Geraden *unter Berücksichtigung der Vorzeichenänderung der Geschwindigkeit v und des neuen Ausgangspunktes der Konstruktion* (K'-Uhr in Punkt B) zu wiederholen. Tatsächlich soll aber, wie wir soeben in Übereinstimmung mit *Gehrcke* festgesetzt haben, der Beschleunigungsvorgang ohne Einfluß sein auf den relativen Stand der eben benachbarten K- und K'-Uhren. Es muß daher nach Beendigung des Beschleunigungsvorganges die Zeitdifferenz Δt gerade so wie vorher durch die *ausgezogene* Gerade gegeben sein. Es bedeuten also: Die Ordinaten der ausgezogenen Geraden die Zeitdifferenzen der nach der Umkehr sich selbst überlassenen K'-Uhren gegenüber den gerade benachbarten K-Uhren und die der gestrichelten Gerade die Zeitdifferenzen zwischen den K'- und K-Uhren, wenn man die ersteren nach der Umkehr gemäß den Vorschriften der speziellen Relativitätstheorie (s. S. 209 Sp. 2) wieder gleichgerichtet hätte. Daß diese beiden Geraden voneinander abweichen, beweist nun, daß die sich selbst überlassenen K'-Uhren nach der Umkehr nicht mehr gleichzeitig gehen; sie werden vielmehr durch den Beschleunigungsvorgang in Unordnung gebracht. In welchem Sinne diese Beeinflussung erfolgt, kann man aus der Fig. 3 leicht erkennen. Denn bezeichnet man die Zeitangaben der sich selbst überlassenen K'-Uhren mit t', die Zeitangaben der nach der Umkehr gleichgerichteten K'-Uhren mit $t'c$, so ist die Ordinate eines Punktes der ausgezogenen Geraden $t—t'$, jene eines Punktes der gestrichelten $t—t'c$. Der Abstand eines Punktes der gestrichelten Geraden über dem korrespondierenden (vertikal darunter liegenden) Punkt der ausgezogenen Geraden ist demnach gleich $t'—t'c$. Diese Größe ist positiv für Punkte links von B und negativ für Punkte rechts von B. Die K'-Beobachter werden daher konstatieren, daß während des Beschleunigungsvorganges die in der Beschleunigungsrichtung vorne liegenden Uhren rascher gelaufen sind als die rückwärts liegenden. (Dasselbe Resultat erhält man natürlich auch, wenn man irgendein System nicht zur Umkehr bringt, sondern etwa aus dem Ruhezustand beschleunigt. — Diese einfache Überlegung liefert gleichzeitig auch die elementare Erklärung für die von der allgemeinen Relativitätstheorie geforderte Rotverschiebung der Spektrallinien an Orten niederen Gravitationspotentials. Denn nach der Äquivalenzhypothese verlaufen alle physikalischen Vorgänge in K' in ganz der gleichen Weise, wenn an Stelle der geradlinig gleichförmigen Beschleunigung ein homogenes Schwerkraftfeld auf dieses System wirkt. Den in der Beschleunigungsrichtung vorne liegenden Uhren entsprechen dann solche, die an Orten hohen Gravitationspotentials liegen; also müssen diese rascher laufen als jene, die sich an Orten niederen Potentials befinden. Daher die Verminderung der Frequenz [Rotverschiebung] der Linien des Sonnenspektrums.)

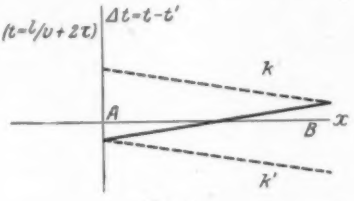

Fig. 3.

Die K'-Beobachter sollen nun ihre Uhren in den voneinander abweichenden Stellungen belassen (entsprechend der ausgezogenen Geraden, Fig. 3), sollen aber dafür Sorge tragen, daß die einzelnen Uhren weiterhin richtigen *Gang* haben (das können sie durch Messung der Lichtgeschwindigkeit kontrollieren). Dann passiert die Uhr A, die im Momente der Umkehr gegenüber der ihr gerade benachbarten K'-Uhr noch nachgeht, während des Zurücklaufens von K' nacheinander Uhren, von denen jede folgende ein bißchen gegen die vorangehende nachgeht. Ihr Gang wird also gegenüber den vorbeilaufenden K'-Uhren voreilen, und wenn sie schließlich mit B zusammentrifft, so wird sie gegen diese Uhr vorgehen[6]). Die Zeitdifferenzen zwischen

[6]) Der Effekt des Nachgehens infolge der gleichförmigen Bewegung beim Zurücklaufen ist nämlich nur halb so groß wie der durch die Umkehr bewirkte Effekt der Abweichungen der Uhren von K' untereinander. Man erkennt dies aus Fig. 3 an der Tatsache, daß der Winkel zwischen der gestrichelten und der ausgezogenen Geraden doppelt so groß ist wie jener zwischen der ausgezogenen Geraden und der X-Achse.

den Angaben der K- und K'-Uhren im Moment des Zusammentreffens von A und B (also zur Zeit $t = 2l/v + 2\tau$) sind durch die Ordinaten der ausgezogenen schrägen Geraden in Fig. 4 gegeben. Die obere gestrichelte Gerade hat wieder die gleiche Bedeutung wie in Fig. 3. Wäre andererseits das System K beschleunigt worden, so wären die Zeitdifferenzen der nach A neugerichteten Uhren von K gegenüber den K'-Uhren nach der Umkehr gegeben durch die *untere* gestrichelte Gerade in Fig. 3 und Fig. 4. In diesem Falle kann man die zuletzt angestellte Betrachtung wörtlich wiederholen, wenn man nur die Buchstaben K mit K' und A mit B vertauscht. Wenn also K die Beschleunigung erfährt, so wird

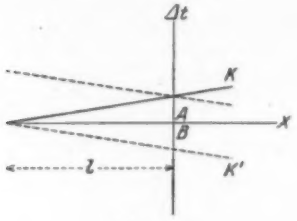

Fig. 4.

bei der Wiedervereinigung A gegen B *nach*gehen, wie man auch durch Betrachtung der Fig. 4 erkennt, denn die untere gestrichelte Gerade schneidet die Ordinatenachse *unterhalb* der X-Achse. Wie man sieht, ist schließlich doch der Beschleunigungsvorgang an dem Nachgehen schuld.

Herr *Gehrcke* fährt nun in seiner Argumentation so fort: „Weitere Konsequenzen zu erörtern erübrigt sich um so mehr, als zweitens der Grund des Nachgehens hier überhaupt nicht in Betracht kommt. Es handelt sich gar nicht um die Frage, warum die Uhr B nachgeht, sondern darum, daß sie nachgeht. In der Anerkennung des Nachgehens von B liegt inbegriffen, daß der Uhr das Prädikat der Bewegung zugesprochen werden muß, daß also die Uhr B vor der Uhr A ausgezeichnet ist. Es ist nicht mehr möglich, umgekehrt zu behaupten, A habe sich bewegt und B habe geruht. Die Gleichberechtigung der Uhren wird aufgehoben und damit wird auch die Gleichberechtigung ihrer Bewegungen aufgehoben, das Prinzip der Relativität wird durchbrochen."

Da kommt es nun darauf an, was man unter dem Relativitätsprinzip versteht. *Daß das spezielle Relativitätsprinzip hier nicht anzuwenden ist, geht aus dem oben Gesagten wohl zur Genüge hervor.* Hätte nun das allgemeine Relativitätsprinzip die dem speziellen analoge Fassung: „In zwei (beliebig) gegeneinander bewegten Bezugssystemen spielen sich alle physikalischen Vorgänge in gleicher Weise ab", so wäre die Gehrckesche Behauptung richtig, dazu brauchte man aber nicht erst die ganzen Überlegungen betreffs des Nachgehens der Uhren. Denn in dem mit der Uhr B bewegten System K' treten ja bei der Umkehr ganz unmittelbar festzustellende Unterschiede gegenüber dem System K auf, nämlich z. B. Trägheitskräfte, während das in K nicht der Fall ist. Beide Systeme unterscheiden sich also zweifellos voneinander. Die allgemeine Relativitätstheorie behauptet ja vielmehr folgendes: Wenn im System K' Kräfte auftreten und die Uhren in Unordnung gebracht werden, so kann man das in doppelter Weise interpretieren. Man kann nämlich entweder sagen: die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß das System K' eine beschleunigte Bewegung ausführte (dann nennen wir die auftretenden Kräfte Trägheitskräfte) oder: das System K' ruht zwar, aber alle übrigen Massen des Universums haben eine beschleunigte Bewegung dagegen ausgeführt, dadurch wurde ein Gravitationsfeld erzeugt und dieses gab Anlaß zum Auftreten der Kräfte (die in dieser Interpretation Schwerkräfte sind) und des Effektes bezüglich des Ganges der Uhren. Gegen diese Auffassung wird vielfach eingewendet: Woher kommt die ungeheure Kraft, die notwendig wäre, um die ganze Masse der Welt in Beschleunigung zu versetzen? Nach der allgemeinen Relativitätstheorie gehört dazu eben gar keine besonders große Kraft. *Denn die Körper haben ja keine Trägheit an sich*; Trägheitskräfte entstehen ebenso wie die Gravitationskräfte aus der Wechselwirkung der Körper gegeneinander. Um also die Gesamtmasse der Welt gegen eine verschwindend kleine Masse (wie etwa die eines Körpers K') in Beschleunigung zu versetzen, braucht man bloß die gleiche Kraft wie für die entsprechende Beschleunigung von K' gegen den Fixsternhimmel[7]). Die beiden Akte: Beschleunigung der Welt gegen einen Körper K' und Beschleunigung von K' gegen die Welt sind ja überhaupt nichts verschiedenes, sondern bloß zweierlei Interpretationen einer und derselben Tatsache. Das ist jener Standpunkt, der von *Mach* und *Neißer*[8]) schon lange vor Entstehung der allgemeinen Relativitätstheorie eingenommen wurde. Die Einsteinsche Theorie vertritt durchaus keinen radikaler relativistischen Standpunkt — ihre entscheidende Bedeutung liegt vielmehr darin, daß in ihr Feldgleichungen der Gravitation aufgestellt wurden, die so beschaffen sind, daß nach ihnen eine Beschleunigung der umgehenden Massen (Fixsterne) tatsächlich Schwerkräfte nach Art eines Induktionsstoßes auslöst, welche die genannten Effekte verursachen.

Ob man in dieser Auffassung überhaupt eine Komplikation erblicken kann, bleibe dem subjektiven Ermessen des einzelnen überlassen.

---

[7]) Darum fällt auch der Lenardsche Kirchturm nicht um.

[8]) Ich verweise auf das in Vergessenheit geratene lesenswerte Büchlein von *Karl Neißer*: Ptolemäus oder Kopernikus? Leipzig 1907.

Die Geselligkeit der Vögel im Verhältnis zu ihrem Triebleben.

Von Fritz Braun, Dt.-Eylau.

Der trübe Spätherbstmorgen beginnt kaum zu dämmern, da stapfen wir durch die mit Feuchtigkeit gesättigten, wenig mehr denn kniehohen Büsche der bithynischen Heide, um einen Bergwald zu erreichen, in dessen tiefeingeschnittenen Bachtälern sich das Schwarzwild suhlt. Plötzlich wird's um uns her lebendig. Hier und da und dort, an fünf, an zehn, an zwanzig Stellen ertönt der scharfe Lockruf des Rotkehlchens (Erithacus rubeculus L.). Ein großer Flug von ihnen, der dem Süden zustrebt, ist hier im Buschwerk eingefallen, und nun locken sie einander so eifrig, als fürchteten sie nichts so sehr, als von den Genossen abzukommen.

Unser Geselle ist ein schweigsamer Mann, sonderlich in dieser nebelschweren, unwirschen Morgenstunde, und so habe ich Muße, meinen Gedanken nachzuhängen. Allerlei Rotkehlchenerinnerungen werden wieder lebendig. Am lichten Aprilabend wandere ich durch den ostmärkischen Mischwald, wo hochaufstrebendes Haselgebüsch unter stammfreien Kiefern ansehnliches Unterholz bildet. Auf jedem zehnten Busch trägt von dem höchsten Ast ein Rotkehlchen seine Frühlingspredigt vor. Versuchtest du nach deinen Beobachtungen annähernd zu berechnen, wieviele von ihnen in dem an die 80 ha großen Stadtwalde wohnen dürften, so erhieltest du eine recht ansehnliche Zahl, und doch bilden die Tierchen nichts weniger als eine Gemeinschaft. Sie scheinen ganz im Gegenteil keine größere Sorge zu kennen, als sich den Nachbar vom Leibe zu halten, denn käme eines der Männchen dem nächsten ins Revier, so setzte es gleich erbitterte Kämpfe, bis sich das schwächere zurückgezogen hätte. Und auch jenes Tages erinnere ich mich, da der Tertianer sich von seinem Taschengeld ein zweites Rotkehlchen erstanden und zu dem älteren Pflegling in den Käfig gesetzt hatte. Als er am nächsten Morgen nach seinen Vögeln schaute, lag der Neuling tot am Boden, aber auch der alte Vogel war so hart mitgenommen, daß er nie mehr seines Lebens so recht froh wurde. Wie reimt sich nun diese Streitlust mit der Geselligkeit jener Rotkehlchen zusammen, die uns soeben auf ihrem Wanderfluge begegneten? —

Und noch eine andere Erfahrung kommt mir bei dieser Gelegenheit wieder in den Sinn. Eben ertönte das Glockenzeichen, das den Schülern der deutschen Oberrealschule in Konstantinopel-Pera das Ende des Nachmittagsunterrichts anzeigt. Aber seltsamerweise haben sie es heute gar nicht so eilig wie sonst. Da wir aus dem Portal heraustreten, stehen sie noch in Gruppen beisammen und spähen zum blauen Himmel empor. Dort aber hängt ein mächtiges Flugbild neben dem anderen. Steinadler (Aquila chrysaëtus L.), Steppenadler (Aquila orientalis, Cab.), der schlanke Habichtsadler (Nisaëtus pennatus Gmelin) und der stämmigere Schreiadler (Aquila pomarina Chr. L. Brehm) schweben dort langsam gen Süden, zumeist Arten, die sonst für Geselligkeit wenig empfänglich sind und allein auf ihre Beute pürschen. Auch sie hat der Wandertrieb in Scharen zusammengeführt.

Die Zeiten, da wir mit *Palmén* des Glaubens lebten, die Zugvögel hielten auf ihren Wanderungen ganz bestimmte Straßen inne, die man auf die Landkarten eintragen könne wie Chausseen, Eisenbahnen oder Telegraphenlinien, liegen hinter uns. Wohl unterschätzen wir auch heute nicht die Bedeutung großer Stromtäler, tiefeingeschnittener Gebirgspässe und bestimmter Küstenstrecken und Meerengen, aber ebenso gut wissen wir auch, daß die Zugvögel oft genug in breiter Front vorrücken, wobei die überflogenen Erdräume in den einzelnen Jahren durchaus nicht immer die gleichen zu sein brauchen.

Suchen wir nun die 500—600 Vögel, aus denen ein bestimmter Schwarm von Zugvögeln bestehen mag, als Individuen zu würdigen, so müssen wir zu dem Schluß gelangen, daß vermutlich nur sehr wenige von ihnen, auf sich allein angewiesen, genau den gleichen Weg einschlagen würden. Der eine Vogel würde mehr nördlich, der andere mehr südlich ziehen, der eine an bestimmten Stellen früher, der andere später abschwenken. Dadurch, daß sie sich alle zusammen auf die Wanderung machen, fügen sich alle ihre individuellen Handlungen — von individuellen *Willens*handlungen möchten wir bei unserer Auffassung des Triebleben nicht gerne reden — zu einer *Gesamt*handlung zusammen, bei der sich alle individuellen Schwankungen zu einer mittleren Richtung zusammenfinden, die auch von Geschlecht zu Geschlecht bei diesem Verfahren den denkbar geringsten Schwankungen unterworfen ist.

Würden sich unsere Hausschwalben (Chelidonaria urbica L.) einzeln auf den Wanderflug machen, so möchten sie ihn kaum mit derselben Pünktlichkeit beginnen, wie das jetzt geschieht, da die Organismen der einzelnen Tiere nicht völlig gleichgestellten Uhren entsprechen. So dürfte auch die durch die Geselligkeit bewirkte *Reizhäufung* von wesentlicher Bedeutung sein. Man denke nur einmal an die Scharen von Schwalben, die sich vor dem Abzuge zusammenfinden. Zweifellos würden manche dieser Schwalben, auf sich selbst gestellt, schon lange vor der tatsächlichen Abreise aufbrechen, während andere sich erst später zum Aufbruch entschließen möchten. Der Geselligkeitstrieb dürfte in solchen Fällen jene zurückhalten, bis die Reizhäufung so groß geworden ist, daß sich die Mehrzahl in die Lüfte erhebt und nun der Nachahmungstrieb auch die Vögel, bei denen der Wandertrieb noch nicht stark genug wäre, veranlaßt, sich dem großen Heere ihrer Artgenossen anzuschließen, so daß die Folge der Vergesellschaftung die gemeinsame, gleichzeitig vollzogene Handlung ist.

Von welcher Bedeutung die durch die Geselligkeit ermöglichte Reizhäufung ist, können wir in geringerem Maßstabe auch dann feststellen, wenn eine Schar streichender Kohlmeisen (Parus maior L.) sich der Aufgabe gegenübersieht, eine weite Blöße zu überfliegen. Erst nachdem die kecksten Männchen eine ganze Weile in kurzen Flugbögen ins Freie gestrebt und wieder in die Deckung zurückgekehrt sind, gewinnt es der ganze Flug über sich, das große Wagnis zu unternehmen.

Bei dieser Gelegenheit wäre es wohl angebracht, zu betonen, daß die Zahl der gesellig ziehenden Vögel viel größer ist als man gemeiniglich annimmt. Auch solche Arten, die einzeln oder paarweise in ihre Brutreviere einrücken, legen doch vielfach die eigentliche Reise in größeren Verbänden zurück. Noch *Naumann* unterschätzte z. B. bei weitem die Größe der Flüge, in denen das Rotkehlchen wandert. Erst von *Gaetke* sind seine Anschauungen berichtigt worden. Auch hinsichtlich der Sylviinae lebte ich selber in ganz falschen Vorstellungen, bis mir mein griechischer Vogelfänger aus dem Weichbilde von Konstantinopel auf einmal, sagen wir einmal, beispielsweise 11,8 Schwarzplättchen (Sylvia atricapilla L.) oder 7,9 Gartengrasmücken (Sylvia simplex Latham) zutrug und ich selber in dem Hain der Sérailspitze unter zahllosen Laubvögeln (Phylloscopusarten) lustwandelte, die dort vor der Reise über das Marmarameer Rast machten.

Wo wir sehen, daß Vogelarten ein ungeselliges Leben führen, läßt sich ihre Vereinzelung fast immer durch die Rücksicht auf die Nahrung erklären. Eine Schar von Wasserstaren (Cinclus cinclus L.) am Gebirgsbach, ein großer Flug von Schwarzspechten (Dryocopus martius L.) im heimatlichen Nadelwalde wäre schon wegen der Ernährungsweise dieser Arten undenkbar. Auf dieselbe Ursache ist es auch zurückzuführen, daß die Paare mancher sonst gesellig lebenden Vogelart zur Brutzeit ein bestimmtes Revier gegen *artgleiche* Vögel energisch verteidigen. Wir müssen das Wort artgleich aber wirklich dick unterstreichen, denn die enge Nachbarschaft solcher Vögel, die auf wesensverschiedene Nahrung angewiesen sind, lassen sie sich auch dann in der Regel gern gefallen. Das kriegerische Buchfinkenmännchen (Fringilla coelebs L.) kümmert sich nicht um den Trauerfliegenschnäpper (Muscicapa atricapilla L.), der in demselben Baume nistet, und das so kampflustige Rotkehlchen nicht um die Kohlmeise, die in seinem Revier nisten möchte.

Im allgemeinen dürfen wir wohl von dem Gedanken ausgehen, daß die Geselligkeit die Regel war, und daß die paarweise Absonderung nur dann eintrat, wenn sie dauernd durch die Eigenart der Nahrung oder periodisch durch das Brutgeschäft geboten war.

Nach dem Flüggewerden der Brut ergeben sich dann kleinere Gesellschaften schon durch das Zusammenbleiben der Familienmitglieder, wobei ohne viel eigentliche Lehrtätigkeit der Eltern dank dem Nachahmungstriebe auch die rasche Ausbildung des jungen Nachwuchses in allen lebenerhaltenden Bewegungsreihen ermöglicht wird. Solche Gesellschaften vergrößern sich dann durch Zusammenrotten der einzelnen Familien, bis jene Schwärme zusammenkommen, denen wir hier in den Heeren der Zugvögel, dort in den Flügen der Strichvögel begegnen. Begrifflich dürfte zwischen beiden kein allzu großer Unterschied bestehen, da der Strich aller Wahrscheinlichkeit nach nichts anderes ist als ein rudimentäres Überbleibsel des Wanderfluges bei solchen Arten, die früher einmal Zugvögel gewesen sind, heute zu den Strichvögeln gerechnet werden und nach vielen, vielen Geschlechtern sich vielleicht zu Standvögeln entwickelt haben werden.

Mit *Altums* Erklärungsversuch der Tatsache, daß sich soviele Finken- und Ammernarten (Fringillidae und Emberizinae) im Herbst zu mächtigen Flügen zusammenscharen, vermögen wir nichts anzufangen. Jener verdienstvolle Forscher, zu dem wir in dankbarer Verehrung aufblicken, meint, das sei nötig, weil dann an bestimmten Stellen eine Überfülle von Pflanzensamen vertilgt werden müsse. Diese Stellen ausfindig zu machen, gelänge den Vögeln viel besser, wenn sie *einzeln* das Gelände absuchten und dann die Artgenossen und Verwandten zu den guten Futterstellen herbeilockten, um sich nach der Mahlzeit wieder zu zerstreuen. Auch dieser Fall zeigt wieder einmal, wie leicht man durch das Streben nach teleologischen Erklärungen auf Abwege geführt wird. Uns genügt es, solche Erscheinungen biogenetisch zu erklären, und das geschieht ganz zwanglos, wenn wir in dem Verein der Strichvögel die alte Gemeinschaft der Zugvögel wiedererkennen.

Im einzelnen kann die Zusammenrottung der Vögel je nach der Art zu recht verschiedenen Zeiten ihren Höhepunkt erreichen. Die größten Haussperlingsschwärme (Passer domesticus L.) finden wir beispielsweise während der Reifezeit der Zerealien, die Feldsperlinge (Passer montanus L.) unseres Geserich-Gaus scharen sich im Spätwinter zu den ansehnlichsten Flügen zusammen, wenn die letzten Triftbewohner in die Vorstadtstraßen übergesiedelt sind. Ersichtlicherweise hängt das mit der Nahrungsaufnahme eng zusammen. Aus demselben Grunde treffen sich im Herbst bunte Vogelgesellschaften in den beerenreichen Feldhecken. Sind doch die herbstlichen Kostgänger des Holunderstrauchs jedem Vogelfreunde wohlbekannt. Ähnlichen Zusammenrottungen verschiedener Arten begegnen wir auch während des Vogelzugs, wenn die Wanderer durch widrige Witterungsverhältnisse zurückgehalten werden, doch spielen dann eben diese und nicht die Nahrungssuche die Hauptrolle, da die Vögel während des Zuges auffällig lange zu fasten vermögen. Dabei ergeben sich nicht selten Ver-

eine, die in ihrer Lebensweise so verschieden sind wie Würger, Pirole und Bienenfresser (Laniidae, Oriolidae und Meropidae). Meine griechischen Vogelfänger in Konstantinopel brachten mir aus demselben mit Buschwald bedeckten Hügelrevier am Bosporus Grasmücken, Laubsänger, Gartenrotschwänzchen und Fliegenschnäpper (Sylviinae, Phylloscopusarten, Erithacinae und Muscicapidae) heim. Ja, mein Gesinnungsgenosse *Paluka* behauptete sogar, daß auch Bartmeisen (Panurus biarmicus L.) dort unter ganz wesensverschiedenen Genossen erbeutet worden seien. Das sind also Zustände, die sozusagen nur durch die mechanische Wirkung äußerer Naturkräfte zustandekommen.

Eine kausale und biogenetische Erklärung für das Entstehen der bekannten Meisenheere zu finden, die aus Spechten (Picidae), Kleibern (Sittidae), Baumläufern (Certhiidae), Meisen (Parinae) und Goldhähnchen (Regulinae) bestehen, wird wohl nicht leicht sein, wenn man sich nicht mit Deutungen begnügen will, die sich zwar einleuchtend anhören, aber doch eben nur den äußeren Ansprüchen einer rein formalen Logik genügen. Mit derlei Erklärungen ist in der Biologie gerade genug gesündigt worden. Altmeister *Naumann* begnügt sich mit der Annahme, daß die Zusammenrottung in den Meisenheeren diesen Vögeln erhöhte Sicherheit vor dem Feinde biete. Daran ist sicher etwas Wahres, aber ob dieser Erklärungsversuch genügt? — Auch die Nahrungssuche dürfte durch den großen Verein der Tierchen erleichtert werden. Immer wieder dehnt sich der Schwarm elastisch über größere Räume aus, um sich dort zusammenzuziehen, wo eine ergiebige Nahrungsquelle entdeckt ist, welche die glücklichen Finder an dem Weiterzuge hindert. Dabei trifft es sich sehr glücklich, daß Spechte, Spechtmeisen, Baumläufer und die kleinen Meisen und Goldhähnchen zwar alle an derselben Örtlichkeit dem Nahrungserwerbe obliegen, aber sich dabei doch nicht allzu sehr gegenseitig ins Gehege kommen. Man braucht sich nur einmal eine solche Meisenschar, sagen wir einmal 2 große Buntspechte, 5 Kleiber, 4 Baumläufer, 6 Haubenmeisen, 8 Tannenmeisen und 10 Goldhähnchen auf ein und derselben Riesenkiefer vorzustellen, um sich über das eben Gesagte klar zu werden. Dabei bietet ein solcher Baum, der vielleicht dem Raupenfraß anheimfiel, nicht nur einzelnen Gliedern der Gemeinschaft, sondern ihnen allen die reichste Ausbeute. Außerdem mögen auch diese Meisenheere Erinnerungen an eine Zeit darstellen, da die Meisen noch ausgesprochenere Zugvögel waren, aber wegen ihrer geringen Flugfähigkeit den Zug langsam vorrückend in nahrungsreichen Geländestreifen bewerkstelligten, wo sich die verwandten Arten ganz von selber zusammenfanden. Gerade die Meisenarten sind ja deshalb interessant, weil manche von ihnen (vgl. die Kohlmeise) zu gleicher Zeit Zug-, Strich- und Standvögel enthalten. Die rätselhafte Erscheinung, daß die Kohlmeisenheere, die vor hundert Jahren die zahlreichen Meisenherde Mitteldeutschlands mit reicher Beute versorgten, schließlich ausblieben, dürfte nicht einzig und allein darauf zurückzuführen sein, daß die Kohlmeisen, absolut genommen, seltener wurden. Sicherlich spricht dabei auch der Umstand mit, daß große Mengen von Kohlmeisen in der Nähe der sehr viel zahlreicher gewordenen Siedelungen sich in Standvögel verwandelt haben. Wer bei uns im deutschen Nordosten gerade der Kohlmeise besondere Aufmerksamkeit schenkt, wird über die Zahl der Vögel, die in nächster Nähe der Ortschaften überwintern, wohl überrascht sein. Dabei war es mir gerade bei den Kohlmeisen auffällig, daß sie sich auch durch die günstigsten Ernährungsverhältnisse nicht zu übermäßiger Ansammlung an bestimmten Stellen verleiten lassen. An der Futterstelle in meinem Garten, wo leichtlich die zehnfache Zahl bestehen könnte, treiben sich immer nur 5—6 herum. Fange ich sie fort, um sie an entlegenen Stellen fliegen zu lassen, so ist *sofort* Ersatz vorhanden und geschähe es noch so oft, aber daß sie sich ohnedem einstellten, ist mir eigentlich noch nicht vorgekommen.

Trotz der Meisenheere finden wir jedoch die größten Vogelgesellschaften bei uns im freien Gelände. Wer kennte nicht die ungeheuren Flüge, die sich im Herbst aus allerlei finken- und ammerartigen Vögeln zusammenrotten, oder die Scharen von Feldlerchen (Alauda arvensis L.) und Piepern (Anthusarten), die sich vor der Südlandsreise auf den Blachfeldern herumtreiben. Bei dem Zustandekommen dieser Scharen müssen wir wohl auch mit dem Umstande rechnen, daß infolge des freien Gesichtsfeldes im offenen Gelände der Nachahmungstrieb eine viel größere Rolle spielt als im geschlossenen Walde, trotzdem auch hier namentlich die Drosselartigen (Turdinae) sich zu gewaltigen Scharen vereinigen, die manchen Seltling ihrer Familie in weit entlegene Gebiete fortführen. Im allgemeinen wird man wohl annehmen dürfen, daß fast jeder Finkenvogel, den wir im Herbst auf dem Blachfeld fliegen lassen, dem nächsten Fluge verwandter Vögel zustreben wird. Daß manche Arten — ich erinnere nur an den Stieglitz (Carduelis carduelis L.) — lieber unter sich bleiben, mag daran liegen, daß der Rhythmus ihres Fluges, die Längen und Kurven ihrer Flugbögen sich beim Weitflug den Bewegungen der vergesellschafteten Finken und Ammern nicht recht anpassen wollen. Auch bei dem Erlenzeisig (Chrysomitris spinus L.) spielt das wohl eine Rolle. Außerdem klebt gerade diese Art am Baumwuchs und hat im offenen Gelände verhältnismäßig wenig zu suchen. Wieder andere, wie die Gimpel (Pyrrhula pyrrhula L.), sind in gleichem Maße Baumvögel und finden zudem unter den deutschen Verwandten keine Arten von derselben Ruheseligkeit, die sich nach ihrem Phlegma richten möchten.

Dabei finden wir auch Verbände und Freund-

schaften, deren Ursache wir bei dem besten Willen nicht ausfindig machen können. Die gegenseitige Vorliebe der Dohlen und Feldtauben, Krähen und Möven erklärt sich unschwer aus gemeinsamer Nahrungssuche. Im ersten Falle mögen die Feldtauben außerdem noch von der Vorsicht der klugen Dohlen ihren Nutzen haben. Dagegen müssen wir schlechthin unsere Unfähigkeit eingestehen, irgendeinen halbwegs einleuchtenden Grund anzuführen, warum sich die Goldammern (Emberiza citrinella L.) zu den Wacholderdrosseln (Turdus pilaris L.) hingezogen fühlen. Vielleicht haben wir es dabei mit atavistischen Neigungen zu tun, die dereinst ihren guten Sinn hatten, als die Arten noch mit wesentlich anderen Lebensbedingungen rechnen mußten.

Auch hier müssen wir — wo wäre das bei ähnlichen biologischen Fragen nicht der Weisheit letzter Schluß? — davor warnen, den Tieren bei den betreffenden Vorgängen allzuviel Bewußtsein und planmäßiges Handeln zuzuschreiben. Wäre das im Freileben der Fall, so würden wir doch auch in der Gefangenschaft Spuren davon wahrnehmen. Im allgemeinen bringt aber jede unerwartete Veränderung der Außenwelt die Tierchen aus Rand und Band, wie ein Uhrwerk, aus dem die gewohnte Hemmung entfernt ist.

Bei meinen Fangkäfigen — ich benutze dazu in der Regel größere Drahtkäfige, deren Tür vom Stubenfenster aus durch eine Fadenleitung geschlossen werden kann — fiel es mir immer auf, wie ungern selbst die Mitglieder geselliger Arten gleichzeitig in den Käfig hineingehen. Höchstens die Grünfinken (Chloris chloris L.) machen in dieser Hinsicht eine Ausnahme und drängen sich in Menge hinein. Aber sitzt beispielsweise ein Feldsperling in einem solchen Behälter, so warten in der Regel seine ebenso hungrigen Artgenossen, bis er wieder heraus ist, und selbst die Kohlmeise pflegt in Unruhe zu geraten, wenn noch eine in den Käfig hineinkommt, fliegt dann angstvoll an den Wänden hin und her und sucht so bald als möglich die Tür zu gewinnen.

Vor diesen Fangkäfigen schüttelten meine Bekannten oft genug darüber den Kopf, wie dumm sich manche Arten in solchen Lagen benehmen. Ob wir aber gut daran täten, ihre Handlungsweise als „dumm" zu brandmarken? — Zumeist handeln die Tiere vom menschlichen Standpunkt aus weder klug noch dumm, sondern schlechthin in der ihnen zur Natur gewordenen Weise. Öffnungen, welche der Kohlmeise draußen im Freien nach einer Richtung den Weg freigeben, pflegen das auch nach der entgegengesetzten zu tun. Mit Türen, die hinter ihr zufallen, hat sie dort ebensowenig etwas zu schaffen wie der Grünfink, der von den breitkronigen Linden der Chaussee im Mittwinter zum ersten Male in einen Hausgarten kommt. Selbst die leidige Sitte gefangener Meisen, sich in der ersten Zeit der Gefangenschaft mit dem Kopf durch die Sprossen des Käfigs zu zwängen, wobei die Vögel nicht selten Schaden nehmen oder sich gar abwürgen, dürfen wir nicht als störrische Dummheit bezeichnen. Auch hier handeln sie unbewußt nach der Erfahrung ihres Freilebens, daß sie überall, wo sie hineinkommen, auch wieder einen Weg ins Freie finden, und daß sie dabei oft genug den gewünschten Erfolg haben, weiß wohl jeder, der größere Mengen dieser Tiere verpflegt hat.

Sogar die allergeselligsten Vögel mögen sich ihresgleichen nicht fortwährend dicht auf den Leib rücken lassen. Es ist mir schon vorgekommen, daß ich unmittelbar nacheinander die beiden Gatten eines Kohlmeisenpärchens fing und in denselben kleinen Behälter steckte. Aber weit davon entfernt, sich in der Notlage enger aneinanderzuschließen, fielen die Vögel wie rasend übereinander her und bearbeiteten sich mit Schnäbeln und Krallen. Die regellose, ungewohnte Art der Bewegungen ihres Genossen wird von ihnen bei dem geringen Bewegungsspielraum wohl unbewußt als etwas Gefährliches angesehen, so daß sie dem Geschöpf, von dem die Gefahr zu drohen scheint, ans Leben wollen. Ließ ich die Tierchen gleich darauf fliegen, so benahmen sie sich schon nach einer Viertelstunde wieder genau so wie vorher und holten sich abwechselnd ihre Haferkörner aus dem Fangbauer, um sie dicht nebeneinander auf demselben Zweig aufzufressen. Mit der Verwirrung ihrer Bewegungen hatte auch die Verwirrung ihrer Gefühle aufgehört.

Auch *Naumann* hebt sehr drastisch hervor, wie der Bergfink (Fringilla montifringilla L.) im Lockbauer, der sich aus allen Kräften bemüht, seine vorüberfliegenden Artgenossen anzulocken, über den Gefangenen, den man in seinen Behälter setzt, sogleich mordgierig herfällt, obgleich diese Vogelart im Freileben zu den geselligsten gehört. Der eben Gefangene mag wegen seiner regellosen Bewegungen dem Lockvogel gar nicht als Artgenosse erscheinen, und selbst bei längerem Zusammenleben wird wohl kaum solche Übereinstimmung der Bewegungen mit denen in der freien Natur erzielt, daß sich die Vögel ebenso wie dort zueinander verhalten.

Als ob mich meine Pfleglinge selber daran erinnern wollten, ich solle nur ja nicht einen besonders typischen Fall ihres Gemeinschaftslebens mit Stillschweigen übergehen, brachte mir die letzte Nacht wieder ein ärgerliches Mißgeschick. Als ich frühmorgens im Dämmerlicht die Käfige zu reinigen begann, sah ich, daß ein Bergfink nicht auf die Sprosse fliegen konnte, weil er sich alle Schwungfedern ausgeschlagen hatte. Einem Zeisig, einem Grünfink und einem Kanarienbastard war es ebenso gegangen. Dieses nächtliche Toben bereitet jedem Vogelpfleger vielen Ärger. Ein Oheim von mir hüllte deshalb Abend für Abend alle seine Käfige in dichte, dunkle Decken, ein Verfahren, das ich mir bei zweiundzwanzig Käfigen nicht gut leisten kann. Dieses nächtliche Toben gefangener Vögel erscheint uns als die blödeste Dummscheu; in der Freiheit hat

es aber seine gute Berechtigung. Droht dort gemeinschaftlich schlafenden Vögeln Gefahr, so tun sie am besten, stracks aufzufliegen und da zu bleiben, wo sie gerade nach ihrem stürmischen Fluge niederfallen. Es müßte komisch zugehen, wenn das auch ein Ort besonderer Gefährdung sein sollte. Im Käfig ergeht es ihnen aber bei dem gleichen Verfahren recht übel. Sie rasen gegen die Sprossen, der Schmerz veranlaßt sie, mit demselben Erfolge nach der entgegengesetzten Seite zu fliegen, und so wiederholt sich das so lange, bis sie mit ausgeschlagenen Schwungfedern hilflos am Boden hocken.

Es versteht sich von selber, daß ich von meinen gefangenen Vögeln zu dem Kapitel „Geselligkeit und Triebleben" manches zu berichten hätte. Das meiste davon gehört aber in einen anderen Begriffskreis, so daß ich klüger handelte, wenn ich dem Bericht die Bezeichnung „Von Freundschaft und Feindschaft gefangener Vögel" geben wollte. Darauf heute noch einzugehen, würde zu weit führen. Vielleicht treffen wir zu dem Behuf noch einmal in meiner Vogelstube zusammen.

Besprechungen.

Handbuch der Radiologie. Herausgegeben von Dr. *Erich Marx.* Bd. *1. J. S. Townsend,* Ionisation der Gase; *H. Geitel,* Radioaktivität der Erde und der Atmosphäre. Leipzig, Akad. Verlagsgesellschaft m. b. H., 1920. XVII, 473 S. und 166 Abb. und Figuren im Text. Preis geh. M. 72,—; geb. M. 80,—.

Nachdem in dem Zeitraum 1913 bis 1919 die Bände 2—5 des Handbuchs erschienen sind, kommt gegen Ende 1920 von den beiden noch fehlenden der erste Band, seit nunmehr 6½ Jahren druckfertig, aber aus „politischen" Gründen zurückgehalten während vier Kriegs- plus den zwei ersten Friedensjahren. Es ist nicht recht einzusehen, warum gerade jetzt die Verlagsbuchhandlung den Augenblick für gekommen erachtete, die gegen seine Veröffentlichung bestehenden Bedenken als überwunden zu erklären. Der größere Teil des Bandes ist von einem englischen Physiker geschrieben, Professor *J. S. Townsend* in Oxford. Hatten Herausgeber und Verlag den *Physiker Townsend* früher als den geeigneten Verfasser erachtet, so hätten sie diese Meinung wohl auch durch sofortige Veröffentlichung 1914 oder 1915 vertreten dürfen. Hatte man *Townsend* aus anderen Gründen gewählt, so wäre nicht so sehr die Veröffentlichung als vielmehr die Wahl selbst entschiedenst zu verwerfen. Wir halten diese Alternative aber für ausgeschlossen.

Daß durch eine 6 Jahre lange Zurückhaltung eines wissenschaftlichen Werkes über ein modernes Arbeitsgebiet allerlei Unzuträglichkeiten zu erwarten sind, war von Referenten früher erschienener Bände immer wieder betont worden. Die Verlagsbuchhandlung hielt deren Gründe wohl nicht für stichhaltig und hat damit eine recht schwierige Lage geschaffen. Besteht doch nun der Verdacht, daß bei einer Kritik nicht nur sachliche Motive leitend wären. Denn das Werk kann nicht anders als reichlich veraltet bezeichnet werden. Der Herausgeber sagt in seinem Vorwort, daß er auch heute die Townsendsche Darstellung noch als klarste, übersichtlichste und gründlichste Darstellung der Grundlagen der Elektrizitätsleitung in Gasen ansieht. Das soll unbestritten bleiben — wenn auch die Klarheit bei der Übersetzung verloren gegangen zu sein scheint. Aber das Buch bildet nicht mehr die Grundlage für das groß angelegte Werk des Handbuchs, und das wird noch viel mehr hervortreten, wenn einmal der letzte Band, der die Theorien der Radiologie enthalten soll, erschienen ist. Denn tatsächlich fehlen alle modernen Arbeiten, welche für die heutige Anschauung und die Theorie fundamental sind. Nicht nur, daß die ganz grundlegenden Arbeiten von *Franck* und *Hertz*, die, 1913 begonnen, schon 1914 durch die Entdeckung der quantenmäßigen Erregung der Resonanzstrahlung durch Elektronenstoß einen gewissen Abschluß gefunden hatten, ganz fehlen, daß der Name *J. Stark* vergeblich gesucht wird, daß *Lenards* und seiner Schüler Arbeiten über Kathodenstrahlen stark selektiv berichtet sind — *Townsend* setzt sich gelegentlich auch in direkten Gegensatz zu heute — und schon 1914 — angenommenen Anschauungen, z. B. über die Abhängigkeit des lichtelektrischen Effekts von der Intensität des erregenden Lichtes: kein Wort über die Bedeutung der Wellenlänge. Sind diese Fragen auch nur kurz vom Gesichtspunkt der Methodik der Ionenerzeugung in Gasen behandelt, so dürfte doch ein Hinweis auf die umfangreiche lichtelektrische Literatur, die Frage der Kontaktpotentiale der lichtelektrischen Elektroden, wie sie in den Arbeiten von *Pohl* und *Pringsheim* so klar zutage gefördert wurden, nicht fehlen, wenn, wie in § 54, überhaupt auf die theoretische Frage eingegangen wurde. Die Druckabhängigkeit des lichtelektrischen Effekts ist in § 211 behandelt nach Messungen von *Stoletow* aus dem Jahre 1890, ersichtlich nur als Beispiel für den Einfluß des Gasdrucks auf die Stoßionisation. Es ist aber irreführend, wenn als Elektronenerzeugungsmethode dann ein Effekt genommen wird, dessen komplizierte Abhängigkeit vom Gasdruck an sich eine so viel umstrittene Frage ist, ohne hierauf auch nur hinzuweisen — selbst wenn das Handbuch anderweitig eine umfassende Darstellung dieses Gebietes enthält.

Solchen Mängeln, die sich leider zahlreich finden — besonders in dem 2. Kapitel „Methode der Ionenerzeugung in Gasen" —, stehen wieder ausgezeichnete Darstellungen gegenüber. Wir begnügen uns mit der Inhaltsangabe: Erzeugung der Ionen in Gasen; Geschwindigkeit der Ionen im elektrischen Feld; Diffusion der Ionen; Rekombination; Bildung von Nebeln und die Bestimmung der Atomladung (hier fehlen alle Arbeiten von *Ehrenhaft*, deren Berücksichtigung gerade dann, wenn der Verfasser sie auch nicht für richtig hält, erwünscht wäre; die Methode der Beobachtung an Einzelteilchen stammt nicht von *Millikan*, sondern von *Ehrenhaft*); Ionisation durch den Stoß negativer Ionen; Ionisation durch Stoß der positiven Ionen; Entladung zwischen Leitern verschiedener Formen; Entladungsröhren.

Noch ein paar Worte zur Darstellung. Selten wird man den Eindruck los, daß es sich um eine Übersetzung handelt, welche recht reichlich stilistische Mängel und auch grobe Satzfehler enthält. Manchmal scheint es, als ob auch das Original nicht ganz klar geschrieben sei. Statt Elektron „Negatives Ion", „negativ *geladenes* Elektron", „Atomladung" — das entspricht nicht unserem Sprachgebrauch und verwirrt, wenn wie auf S. 4 „negatives Ion" in einem Satz für Elektron *und* ionisiertes Molekül gebraucht wird (der lichtelektrische Effekt besteht in der Entbindung von Elektronen, nicht

in „Loslösung negativer Ionen vom Metall"). Hier hätte der Übersetzer wohl manches bessern können. Merkwürdig muten aber Sätze an: „als Lichtquelle diente eine Funkenstrecke . . . . in einem Kreise, in dem eine Leidener Flasche angebracht war"; oder „Intensität kann ohne Veränderung der Natur des Lichtes geändert werden durch Benutzung derselben Strahlenquelle in verschiedenen Entfernungen"! Oder Überschriften der Kapitel wie: „Abhängigkeit des lichtelektrischen Effekts von der Entfernung" oder „Entladungen mit einer Batterie von 1000 Volt"! Das Inhaltsverzeichnis kündet Versuche von *Dorn* an über „magnetische Ablenkung sekundärer Röntgenstrahlen". Oft ist nicht zu erkennen, ob Unklarheiten dem Verfasser oder dem sich bescheiden nicht nennenden Übersetzer zuzuschreiben sind. Entschiedenst soll aber betont werden, daß der Herausgeber für einen Nachtrag hätte sorgen müssen, selbst wenn die Herausgabe des Bandes ein Vierteljahr mehr als sechs Jahre gedauert hätte. So steht leider dieser erste grundlegende Teil ganz und gar nicht auf der Höhe der Mehrzahl der anderen Monographien des Marxschen Handbuches.

Marx weist in seinem Vorwort auf die Ergänzungen hin, welche in den vortrefflichen Sammelreferaten in *Starks* Jahrbuch der Radioaktivität enthalten sind. Hierzu sei besonders hinzugefügt die lückenlose kritische Darstellung *Lenards* über „Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten". Vielleicht entschließt sich der Herr Herausgeber doch, dem letzten theoretischen Band eine ergänzende Einleitung wenigstens über die moderne Ionisationstheorie hinzuzufügen.

Der zweite Teil des ersten Bandes ist von *H. Geitel* verfaßt: Radioaktivität der Erde und der Atmosphäre. Auf nur 57 Seiten wird eine gut disponierte, klar und schön geschriebene Darstellung des Radiumgehaltes von Gestein, Flüssigkeiten und Atmosphäre der Erde gegeben, ihrer Bedeutung für geologische Fragen, ihrer Messung in Theorie und Praxis — Gebiete, auf denen der Verfasser gemeinsam mit seinem zu früh verstorbenen Freunde *J. Elster* Grundlegendes geschaffen hat: „Kein Forscher hat mehr zu unserer Kenntnis der Radioaktivität der Erde und der Atmosphäre beigetragen wie sie", schreibt *Rutherford* einleitend zur Behandlung des gleichen Gegenstandes in Bd. 2 des Handbuches, Kap. XIX. So kann auch die doppelte Behandlung dieser Fragen in zwei Teilen des Handbuches nur Genugtuung bereiten.

Walther Gerlach, Frankfurt a. M.

Beutner, R., Die Entstehung elektrischer Ströme in lebenden Geweben und ihre künstliche Nachahmung durch synthetische organische Substanzen. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1920. XI, 157 S. und 15 Textabbildungen. Preis M. 40,—.

Dieses Buch gehört zu den lesenswertesten Erscheinungen auf dem Gebiete der physikochemischen Erforschung physiologischer Erscheinungen. Der Physikochemiker muß es als einen wichtigen Fortschritt in der Aufklärung über das Wesen metallfreier, galvanischer Ketten betrachten, theoretisch wie experimentell von gleicher Klarheit und Schönheit, dem Physiologen aber ist es geradezu ein Markstein in der Geschichte der Elektrophysiologie. Das Prinzip der in tierischen und pflanzlichen Geweben seit vielen Jahrzehnten beobachteten verhältnismäßig großen elektrischen Potentialdifferenzen wird hier dem Verständnis zugänglich gemacht, nachdem es solange ein undurchdringliches Rätsel gewesen ist. Der Verfasser, der seine Untersuchungen im Jahre 1911 mit *Jaques Loeb* begonnen hat, hat eine Fülle von theoretischem und experimentellem Material zutage gefördert und metallfreie Ketten hergestellt, deren elektromotorische Kraft nach seiner Theorie genau voraus berechenbar ist, und die in allen Einzelheiten diejenigen Eigenschaften zeigen, die der sogen. Verletzungsstrom tierischer oder pflanzlicher Gewebe zeigt. Es wäre ein vergebliches Bemühen, in einem Referat auch nur eine Übersicht über den ganzen Inhalt geben zu wollen. Ich möchte mich daher mit der Darstellung des Prinzips begnügen. Dieses geht zurück auf Untersuchungen einerseits von *Nernst*, andererseits von *Haber*, über Grenzphasenpotentiale, und stellt die Verwirklichung einer Idee von *Ostwald* dar, der zum erstenmal die Phasengrenzfläche der Membranen als Sitz der bioelektrischen Potentialdifferenzen ansprach; allerdings unter ganz anderen, quantitativ nicht analysierbaren Grundannahmen.

Wenn man einen Elektrolyten zwischen zwei flüssigen Phasen, kurz bezeichnet als Wasser und Öl, bis zur Erreichung des Gleichgewichts verteilt, so muß im allgemeinen an der Phasengrenzfläche ein Potentialunterschied herrschen. Dies läßt sich thermodynamisch folgendermaßen beweisen. Steckt man in die beiden Flüssigkeiten je eine metallische Elektrode, welche gegen dieselben ein reversibles, eindeutiges Potential haben, und verbindet diese metallisch, so kann kein Strom fließen, da ja alles im Gleichgewicht ist. Nun läßt sich aber beweisen, daß die Differenz der beiden Elektrodenpotentiale im allgemeinen nicht = 0 ist. Folglich muß die Phasengrenzfläche der Sitz eines Potentials sein, welches entgegengesetzt gleich dem Potentialunterschied der Elektroden ist. Dieses Phasengrenzpotential ist gleich der Differenz der elektrolytischen Lösungstensionen der Metallelektroden gegen die beiden Phasen. Aus dieser Grundannahme lassen sich alle Einzelheiten berechnen. Schaltet man zwei derartige Doppelphasen mit verschiedenem Elektrolytgehalt hintereinander, so hat man eine metallfreie, galvanische Kette. Die Analogie mit den physiologischen Erscheinungen besteht darin, daß die wäßrige Phase durch die wäßrige Gewebsflüssigkeit, die Ölphase durch die lezithinartigen Zellmembranen, Häute, Cuticulae der Muskeln, Nerven, Fruchtschalen usw. dargestellt wird. Die Einzelheiten führen weiterhin zu der Annahme, daß diese Ölphase der lebenden Organismen eine organische, schlecht in Wasser, gut in Ölen lösliche Säure enthält. Diese bewirkt, daß, wenn man diese Haut z. B. mit einer Kaliumchloridlösung *beliebiger* Konzentration in Berührung bringt, nach eingetretenem Verteilungsgleichgewicht die Konzentration der Kaliumionen in der Ölphase fast invariabel ist, wenn man die Kaliumchloridlösung der wäßrigen Phase variiert. Eine solche Elektrode stellt somit eine für Kaliumionen reversible Elektrode dar, aber sie unterscheidet sich von einer metallischen Elektrode dadurch, daß sie nicht nur für Kalium, sondern für alle anorganischen Kationen reversibel ist. Wenn man als Ölmittelleiter z. B. salicylsäurehaltigen Salicylaldehyd benutzt und diesen beiderseits an wäßrige KCl-Lösungen verschiedener Konzentration grenzen läßt, erhält man quantitativ dieselben elektromotorischen Kräfte, als wenn man eine intakte Apfelschale als Mittelleiter zwischen zwei verschiedenen KCl-Lösungen benutzt.

L. Michaelis, Berlin.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Abwehr.

Herr *Lucien Fabre* hat im Verlage von Payot in Paris ein Buch „Les théories d'Einstein" mit dem Zusatz „Avec une préface de M. Einstein" herausgegeben. Ich erkläre, daß ich keine Vorrede zu dem Buche geschrieben habe und protestiere gegen diesen Mißbrauch meines Namens. Ich bringe den Protest zu Ihrer Kenntnis in der Hoffnung, daß er aus Ihrer Zeitschrift den Weg in die weitere Öffentlichkeit und im besonderen auch in die Zeitschriften des Auslandes finden wird.

Berlin, 16. März 1921. *Albert Einstein.*

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 21. Februar 1921 hielt Herr Professor Alfred *Wegener* (Hamburg) einen Vortrag über seine **Theorie der Kontinent-Verschiebungen.** Während man bisher Horizontalverschiebungen von Teilen der festen Erdkruste nur in kleinem Ausmaß bei gebirgsbildenden Vorgängen, Erdbeben usw. beobachtet hat, nimmt *Wegener* an, daß sich große Kontinentalmassive nebst ihrem untermeerischen Sockel auf weite Strecken hin verschoben haben. Insbesondere sieht er in der Ähnlichkeit der Landumrisse, die an der Ostküste Südamerikas und der Westküste Afrikas bis auf kleine Einzelheiten übereinstimmen, ein Anzeichen für den früheren Zusammenhang dieser beiden Küsten. In ähnlicher Weise lag Nordamerika direkt neben Europa, Antartika und Australien waren gegen Südafrika geschoben und Vorderindien kam nach Ausglättung der nördlichen Gebirgsfalten neben Madagaskar zu liegen.

Diese Annahme stützte der Vortragende nicht nur durch eine ganze Reihe von einleuchtenden Gründen, sondern er zeigte auch, wie zahlreiche, bisher noch nicht gelöste Probleme der physischen Geographie durch die Annahme seiner Verschiebungstheorie in zwangloser Weise ihre Erklärung finden. Da eine ausführliche Darstellung der Theorie in einem besonderen Werke zur Veröffentlichung gelangt ist[1]), so mag hier ein kurzer Hinweis auf einige Einzelheiten genügen.

In *geophysikalischer* Hinsicht haben wir uns vorzustellen, daß die äußere Haut des eigentlichen Erdkörpers eine im wesentlichen aus Aluminiumsilikaten (Sal nach *Eduard Sueß*, Sial nach *Alfred Wegener*) bestehende Gesteinskruste darstellt, die Lithosphäre, der die Kontinente nebst ihren untermeerischen Sockeln angehören, welch letztere sich als sogenannter Schelf auch untermeerisch über die Küste hinaus fortsetzen und von der küstennahen Flachsee (Schelfmeer) überschwemmt werden. Diese spezifisch leichteren (Dichte = 2,8) Kontinentalschollen des Sial schwimmen gewissermaßen auf dem etwas schwereren (Dichte = 2,9) Material der Tiefengesteine, der Barysphäre, deren Hauptbestandteil Magnesiumsilikate (Sima) sind. Das Sima bildet den Boden der Tiefsee. Die Lithosphäre umspannt also nicht, wie bisher angenommen wurde, den ganzen Erdkörper, sondern bedeckt, in Gestalt der Kontinentalschollen, nur etwa ein Drittel der Erdoberfläche, während in den Tiefseeböden die Barysphäre entblößt ist.

Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme ergibt sich aus der Verteilung der Höhenstufen der festen Erdrinde, die zwei sehr scharf ausgeprägte Häufigkeitsmaxima bei 100 m über und 4700 m unter dem Meeresspiegel aufweist. Es handelt sich also offenbar um zwei verschiedene Niveauflächen, die beide nebeneinander vorkommen und zwei verschiedenen Schichten des Erdkörpers, der Lithosphäre und der Barysphäre, entsprechen. Unsere bisherigen Erfahrungen stimmen mit dieser Auffassung überein. Schwerere vulkanische Gesteine sind in den Ablagerungen der Tiefsee nachgewiesen worden. Auch darf man annehmen, daß das Sima, in dem eisenhaltige Basalte vorherrschen, stärker magnetisch ist als die Lithosphäre. Dies paßt gut zu dem von *H. Wilde* gebauten magnetischen Modell der Erde, bei welchem die größte Annäherung an die wirkliche Verteilung des Erdmagnetismus dadurch erzielt werden konnte, daß die Ozeanflächen eines Globus mit Eisenblech belegt wurden. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der oberflächlichen Erdbebenwellen, die mit der Dichte des Gesteins zunimmt, ist neuerdings von *Tams* zu 3,7 km p. s. in den Kontinentaltafeln, zu 3,8 in den Ozeanböden festgestellt worden. Wenngleich hier die Sicherheit des Resultates noch zu wünschen übrig läßt, so ist doch der Sinn der Abweichung günstig für die Verschiebungstheorie.

Zu diesen geophysikalischen Argumenten gesellen sich *geomorphologische*. Von der Natur der Faltungskräfte entwirft die Theorie ein ganz neues Bild. Da die Lithosphäre nicht mehr die ganze Erde umspannt, sondern in einzelnen Schollen auf der nachgiebigen Barysphäre schwimmt, so kann auch von einem Gewölbedruck im Sinne der alten Schrumpfungshypothese nicht mehr die Rede sein. Die Auffaltung der Gebirge erfolgt vielmehr durch die Verschiebungekräfte. Deshalb treten Faltungen vorzugsweise an demjenigen Rande der Schollen auf, der in der Verschiebungsrichtung der vordere ist, während sich an der Rückseite Randketten ablösen und in dem Sima dadurch stecken bleiben, daß sie den großen Kontinentalschollen wegen des relativ größeren Stirnwiderstandes nicht mit gleicher Geschwindigkeit folgen können. Die Wanderung dieser großen Schollen aber ist vorzugsweise nach Westen gerichtet, und so sehen wir z. B. am Vorderrand der amerikanischen Scholle das Andengebirge aufgefaltet, an der Rückseite des asiatischen Kontinents dagegen die girlandenförmigen ostasiatischen Inselbögen sich von dem Festlande loslösen. Auch der zerrissene lithosphärische Lappen Hinterindiens und der Sundainseln bleibt nach Osten zurück, und die Südspitze Amerikas im Verein mit der gegenüberliegenden Nordspitze Antarktikas kann geradezu als Illustration für die Plastizität dieser Deformationen dienen.

Geologische Beweise finden sich namentlich im Bereich der großen atlantischen Spalte, die zuerst im Süden aufriß und schließlich zu einem völligen Auseinanderziehen der beiden Kontinentalmassen führte. Für die Richtigkeit des früheren direkten Zusammenhanges sprechen eine große Reihe tektonischer Züge im beiderseitigen Bau. Insbesondere ist beachtenswert, daß die Fortsetzungen immer gerade an der Stelle liegen, wo auch die Konturen der Küstenumrisse die Zusammensetzung erfordern. Die kaledonische Faltung in Skandinavien und Nordengland findet ihre Fortsetzung in dem nordamerikanischen Appalachengebirge, das Armorikanische Gebirge von karbonischem Alter in Mitteleuropa schließt sich unmittelbar an die Kohlenlager Nordamerikas an, und auch die Endmoränen der großen diluvialen Inlandeiskappen Nordamerikas und Europas passen lückenlos aneinander. Auch weiter im Süden entsprechen sich die nordöstliche Streichrichtung im Norden der beiden Südkontinente wie die nördliche Streichrichtung in deren südlichen

[1]) Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Von *Alfred Wegener*. 2. Auflage. (Die Wissenschaft, Bd. *66*.) Braunschweig 1920. VIII u. 135 Seiten.

Teilen, und die karbonische Faltung des Kaplandes findet sich in den Sierren südlich von Buenos Aires wieder.

Die *biologischen und paläontologischen* Beziehungen zwischen der Ost- und der Westseite des Nordatlantischen Ozeans, zwischen Südafrika und Indien, bzw. Australien einerseits, Südamerika und Antarktika andrerseits, sprechen ebenfalls für die Theorie. Der Vortragende wies nach, daß die, namentlich von biologischer Seite häufig angenommenen Landbrücken nicht nur ihren Zweck nicht erfüllen, sondern auch vom physikalischen Standpunkt aus unhaltbar sind, da die Senkung solcher „Brückenkontinente" um mehrere Kilometer mit dem als richtig nachgewiesenen isostatischen Gleichgewicht unvereinbar wäre. Dagegen werden diese Schwierigkeiten in einfacher Weise behoben durch eine Angliederung aller südhemisphärischen Kontinentalmassen an Südafrika.

Damit ist auch für die *Eiszeit* der Südhalbkugel zur Permokarbonzeit eine neue Deutung gegeben. Hier liegen die gleichaltrigen Eiszeitspuren über ein so weites Gebiet zerstreut (Brasilien, Südafrika, Indien, Australien), daß es nicht möglich ist, eine Lage des damaligen Südpols zu konstruieren, die eine annehmbare Erklärung des Eiszeitphänomens gestattet. Die von *Wegener* für die Karbonzeit angegebene Lage der Kontinentalschollen dagegen ist wohl geeignet, dieses Rätsel zu lösen.

Er bekennt sich damit als ein Anhänger der Lehre von den *Wanderungen der Erdpole*, wobei er sich namentlich auf *Schiaparelli* stützt. Der Grund, weshalb die Annahme von Polwanderungen so wenig Anklang gefunden hat, lag darin, daß man immer auf Schwierigkeiten stieß, sobald man versuchte, sie für geologische Zeiträume durchzuführen, weil man die Lage der Kontinente zueinander als unveränderlich betrachtete.

Wie man nun aber auch über die Verschiebungstheorie denken möge, einen großen Vorzug hat sie vor allen ähnlichen Annahmen voraus, nämlich die Möglichkeit der genauen *Nachprüfung durch astronomische Ortsbestimmungen*. Wenn, wie der Vortragende annimmt, die Verschiebungen noch gegenwärtig andauern und nach seiner Berechnung am größten zwischen Europa und Grönland sind, nämlich 18 bis 36 m pro Jahr, dann muß diese Zunahme der Entfernung zwischen beiden Landmassen sich bereits in wenigen Jahren durch eine entsprechende Veränderung in der Differenz ihrer geographischen Koordinaten bemerkbar machen. Die astronomischen Messungen der dänischen Grönlandexpedition, die unter der Leitung von *J. P. Koch* 1906 bis 1908 die Ostküste dieses Landes erforschte, haben nun tatsächlich eine Vergrößerung der Längendifferenz ergeben, die einem Abschwimmen Grönlands nach Westen um 1190 m seit dem Jahre 1870, d. i. 32 m pro Jahr entspricht.

Die Darlegungen des Vortragenden wirkten auf die überaus zahlreich erschienenen Zuhörer außerordentlich überzeugend, und der kunstvolle Aufbau seiner Theorie, die mit einem Schlage eine ganze Reihe von Rätseln der Erdgeschichte in höchst einfacher und origineller Weise zu erklären gestattet, fand allgemeinen Beifall.

Die Neuartigkeit der ganzen Auffassung des Vortragenden, die eine völlige Umwälzung der hergebrachten Anschauungen erfordert, brachte es naturgemäß mit sich, daß bei aller Anerkennung der wissenschaftlichen Bedeutung der Theorie in der anschließenden Besprechung manche Bedenken laut wurden und manche Stimmen zur Vorsicht mahnten. Dies gilt besonders von den Ausführungen der drei in dem Programm vorgesehenen Korreferenten, Professor *Schwcydar* (Potsdam), Professor *Koßmat* (Leipzig) und Geheimrat *Penck* (Berlin), die vom geophysikalischen, geologischen bzw. geographischen Standpunkte aus zu den Ausführungen des Vortragenden Stellung nahmen. Wenn auch manche dieser Einwendungen zu Recht bestehen mögen, und manche Beweise noch fester fundiert werden müssen, bevor sie auf rückhaltlose Anerkennung rechnen können, so darf man doch das Gesamtergebnis der Tagung dahin zusammenfassen, daß keine sicher bewiesenen Tatsachen direkt gegen die Wegenersche Theorie sprechen. Bestechend ist zweifellos ihre große Klarheit und Einfachheit, die ihr andauernd zahlreiche neue Anhänger zuführt.

O. Baschin.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft.

(Berliner Zweigverein.)

Am 19. Februar hielt Prof. Dr. *Alfred Wegener* (Hamburg) einen Vortrag über **die Klimate der Vorzeit.** Zum Verständnis der Paläoklimatologie muß man zunächst die jetzigen Klimagebiete scharf charakterisieren. Am besten eignet sich dazu nach entsprechender Vereinfachung die Köppensche Klimakarte (Petermanns Geogr. Mitt. 1918, S. 198), deren wichtigste trennende Merkmale Eisgebiete, Baumgrenzen, Grenzen des Eisbodens und des Schneewaldes, Wüsten- und Steppengebiete, Korallengebiete sind. In diesen Klimagrenzen ist eine zonale Anordnung nach der geographischen Breite unverkennbar, desgleichen überwiegt in der Wärmeverteilung auf der Erde der Breiteneinfluß so stark den Längeneinfluß (Unterschied von Land und Meer), daß man das Breitengesetz als das Hauptglied der Klimaeinteilung ansehen muß, und daß die Wirkungen von Wasser und Land nur den Charakter von Störungen dieses Gesetzes haben. In der Vorzeit ist es anscheinend ebenso gewesen, und ein vorzeitliches Klima ist daher am besten durch Einordnung in die ihm zugehörige Breite zu kennzeichnen. Hieraus ergibt sich dann der Gang der weiteren Untersuchung. Aus den aufgefundenen Zeugen früherer Klimate (Grundmoränen und Eisschliffe, verschiedenen Floraformen, fossilfreien Wüstensandsteinen, Salzlagern, Korallen u. dgl.) erkennt man, daß ganz gewaltige Klimaänderungen vorgekommen sind. Das Hauptinteresse konzentriert sich darauf, die Ursache für solche Schwankungen zu ergründen.

Wenn die zahlreichen Erklärungsversuche für diese Klimaänderungen nicht befriedigend ausgefallen sind, so liegt das nach Ansicht des Vortragenden daran, daß man meist nur eine einzige Ursache angenommen hat, während wahrscheinlich mehrere Einflüsse zu berücksichtigen sind. Er besprach daher kurz elf anscheinend überhaupt nur mögliche Einwirkungen, welche Klimawechsel hervorrufen könnten. Es sind dies: 1. Polwanderungen, 2. Kontinentalverschiebungen, 3. Land- und Wasserverteilung, 4. Änderung der Schiefe der Ekliptik, 5. Schwankungen der Exzentrizität der Erdbahn, 6. Schwankungen der Präzession, 7. Änderung der Eigenwärme der Erde, 8. Änderung der Sonnenstrahlung, 9. Änderung der Weltraumstrahlung, 10. Änderung von Absorption und Emission der Erdwärme, 11. Kultureinflüsse. Nach Herrn *Wegener* sind 1. bis 3. die Hauptursachen, jedoch behielt er sich ein

näheres Eingehen hierauf für einen Vortrag in der Gesellschaft für Erdkunde vor. Die Ursachen 4 bis 6 kann man als astronomische bezeichnen; sie sind — in geologischem Sinne — kurzperiodisch. Änderung der Schiefe der Ekliptik kann namentlich in polaren Gegenden Abweichungen der Temperatur von 5 bis 6° hervorrufen, der Einfluß von 5. ist anscheinend geringer als der von 4., während die Präzession hauptsächlich Einfluß auf die Länge der Jahreszeiten hat. Die Einflüsse 7. bis 11. wurden als problematische bezeichnet, Nr. 7, 10 und 11 sind wahrscheinlich für stärkere Klimaschwankungen zu wenig ergiebig; Änderungen von Sonnen- und Weltraumstrahlung sind unkontrollierbare Möglichkeiten.

Um zum Verständnis der Klimate der Vorzeit zu kommen, schlug der Vortragende vor, für jede größere geologische Zeitepoche die Lage der Kontinentalschollen auf einem Globus zu rekonstruieren. Als Ausgangspunkt diente hierbei Afrika, und es ergab sich, daß sich das Heranschieben und Vergrößern der Kontinente (zur Ausgleichung der Falten) ohne größeren Spielraum ausführen ließen. Alsdann wurden die Pole konstruiert, Land- und Wasserverteilung und die für verschiedene Breitengrade gültigen Klimazonen eingetragen. Statt der Einheit der Zeiten kann man auch die Einheit des Ortes, z. B. Mitteleuropa, zugrundelegen. An dem zuletzt genannten Beispiele zeigte der Vortragende die Fruchtbarkeit dieser Methode. *Sü.*

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Geographisches aus Amerika. (Nach dem „Record" und den „Reviews" der Geographical Review New-York, Januar bis Juni 1920.) Über bedeutende *Schneefälle in den Nordoststaaten der Union*, ihre Störungen des Eisenbahnbetriebes und ihre Abwehr berichtet *R. Ward*. Die Mächtigkeit des Schnees erreichte häufig 10 m, in Tälern das Doppelte. Geringe Anhäufungen beseitigen die an den Lokomotiven angebrachten Stoß- und Rotationspflüge. Bis zu einer Höhe von 6 m halten den Schnee unter bedeutenden Kosten angelegte, ausgedehnte Schutzwände auf; bei größerer Mächtigkeit muß er mit der Hand abgeschaufelt werden. Da die Schutzwände aus Holz bestehen, steigern sie die ohnehin große Feuergefahr und machen eine dauernde umfangreiche Löschbereitschaft erforderlich. — Nach demselben Berichterstatter ist die wiederholt aufgeworfene Frage, *ob die Kultivierung der Prärien von steigerndem Einfluß auf die Niederschläge ist*, nunmehr zu verneinen, desgleichen die Möglichkeit, die voraussichtliche Niederschlagsmenge auf Grund des vorjährigen Betrages annähernd zu schätzen. — Auch teilt er mit, daß die Zahl der *Gewitter in Panama* größer als an jeder anderen Küstenstrecke und als an irgendeinem Punkte der Union ist. Ihre mittlere Zahl im Jahre beträgt 100—140. Sie ereignen sich hauptsächlich nachmittags. Der Schaden an Leben und Eigentum ist gering, weil die Blitze meist von Wolke zu Wolke gehen und die Erde nicht erreichen, weil die gefährdeten Höhenlagen unbesiedelt und die atmosphärischen Bedingungen einem raschen Ausgleich günstig und der Entstehung bedeutender Spannung hinderlich sind.

Neue Niederschlagskarten für die Vereinigten Staaten, beruhend auf Beobachtungen von 1600 Stationen während der Jahre 1895—1914, wurden von *B. Kincer* herausgegeben. Sie beweisen unter anderem, daß der jährliche Regenfall in der Union drei Haupttypen unterliegt, einem pazifischen mit einem Wintermaximum, einem Prärietypus mit einem Maximum im Spätfrühjahr und Frühsommer und einem örtlichen mit annähernd gleichmäßiger Verteilung. — Am *Mt. Rainier* (4378 m) im Kaskadengebirge (nahe Tacoma) wurde 1917 die Gesamtschneemenge des Winters in 1800 m Höhe mit 31 m gemessen. Diese Zahl stellt einen Rekord vor, der nur einmal übertroffen worden ist, nämlich am Mt. Tamarack in Kalifornien, wo 1906/7 35 m festgestellt worden sind. Der Winter war keineswegs besonders schneereich, noch war der Beobachtungsplatz einer Steigerung des Niederschlags besonders günstig. Man erwartet, in größerer Höhe noch höhere Beträge zu finden.

Eine Zusammenstellung der *amerikanischen Naturschutzgebiete* gibt *R. S. Yard*, der Leiter der Unterrichtsabteilung des „Natural Park Service", in „The book of the National Parks", New York 1919. Es enthält Beschreibungen und Erläuterungen nicht nur der bekannten großen ursprünglich erhaltenen Reste der Natur Nordamerikas einschließlich Hawaiis, sondern auch zahlreicher verstreuter Denkmäler der Natur und Eingeborenenkultur, Naturbrücken usw., vorgeschichtliche Fundstätten, Höhenwohnungen und Höhlenstädte, indianische Bauwerke u. dgl.

Einen erheblichen Fortschritt der einschlägigen Literatur bedeutet das Buch *Millers* und *Singewalds* „*The Mineral deposits of South America*", New York 1919, welches zum ersten Male das ganze Material in einem umfangreichen Werke zusammenfaßt.

Das Problem der „*japanischen Invasion*" stellt *J. F. Steiner* in einer rassepsychologischen Studie dar. Der Gegensatz zwischen Amerika und Japan ist nicht, wie die Diplomaten beider Länder sich gegenseitig versichern, ein wirtschaftlicher, sondern er liegt in der Verschiedenheit der Rassen begründet und ist auf beiden Seiten ganz allgemein und in gleicher Schärfe vorhanden. Das zeigt sich besonders in der beiderseitigen Verachtung der unglücklichen, aus den seltenen Mischehen hervorgehenden Kinder. In Kalifornien bewirkt der Rassenhaß die Absonderung und den Zusammenschluß der gelben Einwanderer, die schon in volksgesundheitlicher und in wirtschaftlicher Hinsicht — als billige anspruchslose Arbeiter — eine Gefahr bilden; er macht sie zu einem Fremdkörper im Staate, der, der Union feindlich, sich um so stärker auf die Heimat stützt. Die Tatsache, daß die Abkömmlinge der Einwanderer gesetzlich amerikanische Staatsbürger sind, andererseits aber vom Mikado als Untertanen angesehen und zum Heeresdienste herangezogen werden, erhöht die Spannung. „Mit Rücksicht auf die öffentliche Meinung in Amerika" wagt die Regierung nicht, den Zuzug der Japaner gesetzlich zu verhindern. Umgekehrt betrachtet es Japan als „Ehrensache", durch möglichste Einschränkung der Auswanderung der Frage ihre Schärfe einigermaßen zu nehmen. Zur Beseitigung dieses unerträglichen und gefährlichen Zustandes rät der Verfasser, die gegenwärtige Politik der Halbheit und Unentschlossenheit aufzugeben und — Japan zu veranlassen, zur Förderung der gegenseitigen Achtung nur beste Rassevertreter nach Amerika zu entsenden.

Die *Tätigkeit amerikanischer Forschungsreisender* erstreckte sich in jüngster Zeit hauptsächlich auf die polaren Regionen Nordamerikas — die Polarländer erfreuen sich gegenwärtig in Amerika überhaupt starker Anteilnahme —, auf den Orient, China und auf die indische und pazifische Inselwelt. — Unter den

Veröffentlichungen treten rein wissenschaftliche — über die, soweit sie einschlägig und wichtig sind, in den *Naturwissenschaften* regelmäßig berichtet wird — auffallend zurück gegenüber angewandt wissenschaftlichen. In erster Reihe stehen die augenblicklichen politischen Zustände, denen eine Flut von Aufsätzen, Büchern, Karten und selbst mehrbändigen Werken gewidmet wird. Dann folgen Schriften, die sich mit den vom Kriege herbeigeführten Veränderungen der Weltwirtschaft und — eine Folge des Weltrohstoffhungers — mit den Wirtschaftsquellen großer Gebiete, vornehmlich Amerikas, mit ihren äußersten Möglichkeiten und mit den Mitteln ihrer vollen Ausbeutung beschäftigen. Eine gewaltige Zunahme weist die militärgeographische Literatur gegenüber 1914 auf. — Im ganzen steht das geographische Leben stark unter dem Einflusse der Kriegs- und Nachkriegsereignisse, und es hat nicht den Anschein, als ob es sobald wieder in die fruchtbringendere Bahn unvoreingenommener rein wissenschaftlicher Tätigkeit zurückkehren wird. Im Gegenteil erweckt die genannte Literatur den Eindruck, als ob man sich auf künftige Ereignisse einzustellen, sich auch wissenschaftlich zu mobilisieren sucht. Ein Aufsatz *Dryers* (Märzheft S. 205), in dem vom kommenden „real Armageddon", dem wahren Weltkriege, und von der ausschlaggebenden Rolle Amerikas in diesem Kampfe „der Kinder des Lichtes" gegen die „von Deutschland bis Japan" organisierten „Mächte der Finsternis", des „barbarischen Kernes der alten Welt" die Rede ist, und andererseits eine gewisse, schlecht verborgene Feindseligkeit gegen England (*Gibbons* im Februarheft S. 145) deuten an, welchen Vorstellungen man sich in dieser Hinsicht hingibt. Die Beziehungen zur deutschen Wissenschaft sind insofern wieder angeknüpft, als deutsche Literaturerscheinungen sachliche Würdigung erfahren. Im übrigen aber macht sich eine feindselige Tonart noch immer häufig genug geltend. Wie schon das Beispiel *Dryers* lehrt, steigert sie sich bisweilen zu Beschimpfungen — zum Schaden des Ansehens der amerikanischen Wissenschaft.

B. Brandt.

Die sächsischen Erdbeben während der Jahre 1907 bis 1915 hat *F. Etzold* im 36. Bd. d. Abhdlgen. d. math.-phys. Kl. der sächs. Ges. d. Wissensch. 1919 einer umfangreichen Darstellung unterzogen (S. 217—428). Innerhalb der genannten Zeit sind in Sachsen an 106 Tagen Erdbeben gefühlt worden. Die sächsischen Erderschütterungen sind zunächst von *H. Credner* besonders bearbeitet worden, *C.* hat zur intensiveren Beobachtung eine Erdbebenkommission ins Leben gerufen. Die Anteilnahme der Bevölkerung in Sachsen an den Erdbebenbeobachtungen ist sehr groß. Für die Schütterperiode im Herbst 1908 wurde z. B. ein Beobachtungsmaterial gesammelt, das einen Zettelkatalog von 5370 Einzelzetteln umfaßte. Nach *Credners* Tod hat *Etzold* diese Bebenbearbeitung übernommen.

In der vorliegenden Arbeit werden in möglichst großem Umfang die Originalbeobachtungen mitgeteilt, was leider nicht oft geschieht, so daß meist der Leser von der Auffassung des Bearbeiters der Beobachtungen abhängig wird. Anschließend an größere Beobachtungsgruppen bringt der Verfasser ferner Betrachtungen, die zur Geologie des Beobachtungsgebietes in Bezug stehen. Vor allem treten hierbei die Beziehungen zwischen beobachteter Bebenstärke und der geologischen Beschaffenheit des betreffenden Gebietes hervor; besonders macht er auf die Wirkungen des Untergrundes und der Dislokationen aufmerksam. Solche Beziehungen sind dem Seismologen zwar bekannt und nicht überraschend, in dem vorhandenen Beobachtungsmaterial sind aber doch oft besonders auffallende Tatsachen bemerkbar. Auch durch das süddeutsche Beben am 16. November 1911 ist ganz Sachsen den Menschen fühlbar erschüttert worden, und zwar stärker „als jemals durch die am Ort ihrer Entstehung Furcht und Schrecken erregenden vogtländischen Erdstöße". Nach dem Verfasser ist von besonderer Bedeutung der Umstand, daß in Sachsen kurz vor und nach dem Hauptstoß am 16. November 1911 Erdstöße beobachtet worden sind, die aber nicht mit den in Süddeutschland beobachteten Vor- und Nachbeben zeitlich zusammenfallen, „mit größter Wahrscheinlichkeit ist aber ein kausaler Zusammenhang zwischen dem süddeutschen Hauptstoß und zum mindesten den aus dem chronischen vogtländischen Schüttergebiet, also aus Adorf und Asch, gemeldeten Erdstößen anzunehmen, es dürften insbesondere diejenigen, welche sich dort nach dem 16. November um 23^h ereigneten, als durch jenen Hauptstoß ausgelöst zu gelten haben".

Von ganz besonderem Interesse ist der Abschnitt „Seismogenetische Erörterungen", in denen er zunächst über eigene Erdbebenbeobachtungen berichtet, eine Charakteristik der vogtländischen Erdstöße gibt und im letzten Unterabschnitt zur Frage über Wesen und Ursache der vogtländischen Erdbeben Stellung nimmt. Auf Grund eigener Beobachtungen bezeichnet *Etzold* die vogtländisch-erzgebirgischen Erderschütterungen als Erscheinungen, „die unter lautem Geräusch auf Linien fortschreiten und beiderseits der letzteren den Boden in rasche Zitterbewegungen versetzen". Dieser lineare Verlauf der Erschütterungen ist nach *Etzold* für die Erkenntnis ihres Wesens und ihrer Ursache von größter Bedeutung. Bei jedem vogtländischen Schwarmbeben denken bekanntlich Laien an vulkanische Beben und weisen auf bevorstehende Ausbrüche der Vulkane Kammerbühl und Eisenbühl hin. Nach den bisherigen Beobachtungen ist aber bei solchen Beben die in fühlbarer Weise erschütterte Fläche nicht sehr groß. Z. B. wurde durch die Explosion des Bandaisan 1888 nur ein Areal von 5000 qkm erschüttert, demgegenüber steht die gelegentlich der vogtländischen Beben den Menschen fühlbar bewegte Fläche von 40 000 qkm.

Schon bei der ersten Publikation über die vogtländischen Erdstöße ist 1876 *H. Credner* für deren tektonische Natur eingetreten, die „zu erklären sein dürften als Äußerungen der Gebirgsentstehung und unterirdischen Spaltenbildung in Folge seitlichen Drucks". Später, auf Grund weiterer Beobachtungen, fügte *Credner* seiner Auffassung ergänzende Erklärungen zu; es scheint, daß er sich über die Ursächlichkeit der vogtländischen Beben nicht recht schlüssig werden konnte. *Gümbel, Becke, Knett, Th. Brandes, Koßmat, Lohrmann, Jacobi* nehmen als Ursache dieser Beben tektonische Vorgänge an. Dieser Erklärung tritt *Etzold* nicht bei und hält eine andere Anschauung für die richtigere.

Nach *Etzolds* eigenen Beobachtungen machten sich die vogtländischen Erderschütterungen im Herbst 1908 im Epizentralgebiet „durch rasches Fortschreiten auf einer Linie, durch den rasselnden, sich gleichsam überstürzenden Donner und durch die rüttelnden Bodenbewegungen auf und zu Seiten der Propagationslinie" bemerkbar. „Danach kann man bei diesem seismischen Phänomen nur an einen Spaltenaufreißungsprozeß bzw. an den Beginn eines solchen den-

ken und wird als nächstverwandte Erscheinungen an die Bergschläge sowie an das knallende und schreiende Gebirge erinnert". In den folgenden Zeilen führt *Etzold* entsprechend der Bergschläge und verwandte Erscheinungen behandelnden Arbeit von *Rzehak* mehrere Beispiele an, die an den Verlauf der vogtländischen Erdbeben erinnern, und auch *Rzehak* bemerkt in der Ztschr. f. prakt. Geologie 1906, „daß die Bergschläge zu einem der wichtigsten geodynamischen Phänomene hinleiten, nämlich zu den ‚tektonischen' Erdbeben". Als Ursache für die Bergschläge werden auf verschiedene Weisen zustande gekommene Spannungen angenommen, deren Auslösung „zu einer Riß- oder Spaltenbildung unter mehr oder minder lautem, krachendem Geräusch" führt. In „Kohle und Erz" 1920 beschäftigt sich *J. Schlesiona* in zwei Aufsätzen mit ähnlichen in Kohlenflözen auftretenden Spannungen. Für das Auftreten bergschlagartiger Erscheinungen ist festes gesundes Gestein Vorbedingung. *Etzold* bringt noch weitere Erhebungen, die seine Annahme stützen. Einige von ihm angeführte Erfahrungen hat Referent gelegentlich der vogtländischen Erdbeben 1908 dort auch selbst gemacht. Zur weiteren Klärung der Frage über das Entstehen der genannten Beben stellt *E.* ein Arbeitsprogramm auf. *Mainka.*

Neue Polarlichtforschungen in Norwegen. Seitdem der Franzose *A. Bravais* vor acht Jahrzehnten seine klassischen Studien über das Nordlicht zu Bossekop im norwegischen Finnmarken angestellt hat, ist dieser Ort ein Dorado für Nordlichtforschungen geworden. Insbesondere ist es schon 1910 Professor *Carl Störmer* in Kristiania gelungen, zahlreiche Photographien dieser eigenartigen Lichterscheinung in Bossekop aufzunehmen und die photogrammetrische Methode zur Bestimmung ihrer Höhe anzuwenden. Diese Arbeiten hat der unermüdliche Polarlichtforscher weiterhin noch in Kristiania fortgesetzt; er hat ein außerordentlich reichhaltiges photographisches Material zusammengebracht, dessen wertvollster Teil aus paarweisen Aufnahmen besteht, die gleichzeitig an den Enden von Standlinien aufgenommen wurden, deren Länge 27 bis 100 km beträgt, so daß die Genauigkeit der Höhenbestimmungen außerordentlich groß ist. Wir entnehmen den neuesten Veröffentlichungen *Störmers*[1]) folgende Einzelheiten, die von allgemeinem Interesse sein dürften.

Ein am 4. Oktober 1919 bei Kristiania photographierter Nordlichtstrahl reichte von 140 bis zu 410 km Höhe, hatte also eine Mindestlänge von 270 km. Er stand im Zenit einer mehr als 300 km weiter nordnordöstlich gelegenen Gegend des mittleren Schweden. Eine am 17. Oktober 1919 aufgenommene Draperie reichte von 100 bis 270 km Höhe und befand sich 550 km nördlich von Kristiania.

Besonders reiche Ausbeute jedoch lieferte das große Nordlicht vom 22. bis 23. März 1920, das in großen Teilen der nördlichen Halbkugel, z. B. in Paris, Nordamerika usw. gesehen wurde. Sieben norwegische Stationen, die telephonisch miteinander in Verbindung standen und 26 bis 224 km voneinander entfernt lagen, lieferten in neunstündiger Arbeit 620 Photographien, von denen 73 an zwei, 50 sogar an drei Stationen gleichzeitig aufgenommen waren. Ihre Auswertung ergab als überraschendes Resultat Maximalhöhen der Strahlen von der Größenordnung 500 km. Eine große Zahl dieser Strahlen bildeten eine sogenannte Nordlichtkrone, d. h. sie vereinigten sich scheinbar im magnetischen Zenit, so daß es gelang, auch die Position dieses Radiationspunktes mit großer Genauigkeit zu bestimmen. In seinen Veröffentlichungen reproduziert *Störmer* sechs Photographien solcher Nordlichtkronen, die natürlich nicht imstande sind, einen Begriff von der grandiosen Pracht dieser seltenen Naturerscheinung zu geben, deren unbeschreibliche Schönheit ausdrücklich hervorgehoben wird. Die Strahlen, welche die Krone bildeten, hatten eine blaue bis violette Farbe.

Die normale gelbgrüne Spektrallinie fand *Störmer* bei der Nordlichtkrone nur schwach entwickelt und wenig hervortretend. Diese Beobachtung dürfte jedoch auf eine subjektive Beeinflussung durch die überaus hellen Linien in den anderen Teilen des Spektrums zurückzuführen sein, die ich schon 1892 bei Nordlichtkronen häufig mit großer Intensität aufblitzen oder längere Zeit verweilen sehen konnte[2]). *Störmer* sah ebenfalls eine Menge Spektrallinien, jedoch vornehmlich in dem blauen und violetten Teil des Spektrums, die ihm auf Wasserstoff oder Helium zu deuten scheinen.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß zu dem gleichen Termin, an dem die blauen Strahlen der Nordlichtkrone bei Kristiania auftraten, das Nordlicht auch in den Vereinigten Staaten von Amerika, wo es an mehr als hundert Stationen beobachtet wurde, seine größte Intensität erreichte. *O. Baschin.*

Asthma, Heuschnupfen und verwandte Erscheinungen. (*Francis M. Rackemann*, Med. clin. of North-America Bd. *3*, Nr. 4, S. 1065—1076, 1920.) Heuschnupfen, Asthma, Urticaria und neben diesen drei wohlcharakterisierten Typen auch noch einige Manifestationen des Magendarmkanals (gewisse Formen von Erbrechen, Leibschmerzen) und der Haut, ferner das angioneurotische Ödem sind in den letzten Jahren allgemein (amerikanische und englische Literatur) als Zeichen einer Überempfindlichkeit gegen bestimmte Eiweißarten, als anaphylaktische Reaktion angesehen worden. Die Grundlagen dieser Ansicht beruhen auf drei Tatsachen. 1. Die genannten Erkrankungsformen stehen in gesetzmäßigen Beziehungen zu Proteinkörpern, mit denen Erkrankte durch Einatmung, Nahrungszufuhr usw. in Berührung kommen. 2. Die gleichen Proteinkörper bewirken nach Stich oder Auftröpfelung eine heftige Haut- bzw. Schleimhautreaktion. 3. Mehrfache Injektionen dieser fremden Eiweißsubstanzen bringen die klinischen Erscheinungen zum Schwinden. — Bei Betrachtung der Krankheitssymptome, in Anbetracht der minimalen Mengen Eiweiß, die schon Erscheinungen veranlassen, erinnert die Sensibilisierung der Asthmatiker, Heufieberkranken usw. gegen gewisse Eiweißsorten von selbst an die Anaphylaxie des Meerschweinchens. Jedoch be-

[1]) Situation, dans l'espace de quelques aurores boréales. Bulletin de la Société Astronomique de France, Paris 1920, avril. 7 pag. 3 diagrammes, 6 photographies, 1 carte. — L'Aurore Boréale le 22—23 Mars 1920. Astronomische Nachrichten, 1920, Band *211*, Juni, Nr. 5047, Spalte 131—136. — Sur quelques rayons auroraux observés le 22 mars 1920 et atteignant l'altitude de 500 km. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris, 1920, Tome *171*, Séance du 13 septembre, 1 pag. — Nogle fotografier af Nordlyskronen om morgenen den 23. marts 1920 taget fra Bygdø ved Kristiania. Nordisk Astronomisk Tidskrift, Kobenhavn, 1920, Bind *1*, No. 4. 4 pag, 6 fotografier.

[2]) *Otto Baschin*, Die ersten Nordlichtphotographien, aufgenommen in Bossekop (Lappland). Meteorologische Zeitschrift, Wien, 1900, Bd. *17*, S. 278—280. Tafel IV.

stehen zwischen Tieranaphylaxie und Überempfindlichkeit des Menschen vor allem zwei Unterschiede. 1. Beim Menschen fehlt die Zeit — oder sie ist wesentlich kürzer — des Schutzes, die beispielsweise nach der zweiten Pferdeseruminjektion beim Meerschweinchen nach dem anaphylaktischen Shock 10 Tage anhält. Es fehlen also die Zeichen der Antianaphylaxie. 2. Beim Menschen begegnen wir natürlichen, angeborenen Überempfindlichkeiten, wahrscheinlich hereditären Ursprungs, die nicht auf *eine* Eiweißsubstanz beschränkt, sondern multipel ist. Beim Tier kennen wir nur eine *künstliche* Sensibilisierung und diese ist immer streng spezifisch. Auch die künstliche Sensibilisierung des Menschen — Serumkrankheit — ist rein spezifisch. Bei der letzteren lassen sich auch bekanntlich Antikörper feststellen, während trotz vieler Mühen bei den Überempfindlichkeitserscheinungen der Heufieberkranken, Asthmatiker usw. keine Antikörper oder Ähnliches bis jetzt gefunden werden konnten. Die anaphylaktische Natur der Krankheitsformen ist somit noch keineswegs absolut sichergestellt. Doch bringt diese Theorie bezüglich Diagnose und Behandlung einen unverkennbaren Fortschritt mit sich. — In der Arbeit folgen längere Erörterungen — teilweise an der Hand von Fällen — vorwiegend klinischen und kaum physiologischen Interesses die Diagnose und Therapie betreffend, aus denen folgendes noch hervorgehoben sein mag. Nur eingehende Anamnesen der Familien- und Krankheitsgeschichte vermögen die Ursachen von Asthma usw. aufzuklären. Da, wo diese versagen oder nur unvollkommen zum Ziele führen, geben diagnostische sub- und intrakutane Reaktionen nach Injektion bzw. Impfung mit verschiedenen Eiweißarten Antwort auf die Frage nach der Ätiologie des Leidens. Die Liste der hierzu gebrauchten Proteine lautet auf Grund der Erfahrung des Verf.: Gräser, Pferdehaare, Weizenspreu, Hühnereiweiß, Gänsefedern, Fleisch- und Fischsorten unserer Nahrung. Die Behandlung besteht in Vorschriften zur Vermeidung des ätiologischen Faktors oder aber in Entsensibilisierung durch wiederholte Injektionen der diagnostisch festgestellten Eiweißart. Die Injektionen sind mit *sehr* kleinen Mengen zu beginnen und in Abständen von 5—7 Tagen mit nach der vorangegangenen, lokalen und allgemeinen Reaktion sich richtenden Steigerung der Menge zu wiederholen. *E. Oppenheimer.*

(Berichte üb. d. ges. Physiologie.)

Astronomische Mitteilungen.

Die Sterngruppe in der Nachbarschaft der Sonne (*Harlow Shapley*, Spectral Type B and the local stellar system. Proceedings of the National Academy of Sciences Vol. 5). Bis vor kurzem herrschte die Auffassung, daß die Sonne sich nahezu in der Mitte eines abgeflachten Sternsystems mit einem äquatorialen Durchmesser von wenigen tausend Lichtjahren (Milchstraßensystem) befindet, dem die unserer Beobachtung zugänglichen Sterne angehören, und daß die kugelförmigen Sternhaufen und die Spiralnebel unabhängige Weltsysteme von ähnlicher Ausdehnung und Konstitution sind. Im Gegensatz dazu haben die Untersuchungen über die Verteilung und die Entfernungen der Sternhaufen einerseits und der schwachen Sterne (schwächer als 9. Größenklasse) andererseits zu der Anschauung geführt, daß alle von uns beobachteten Objekte dem galaktischen System angehören, dem mindestens eine hundertfache Ausdehnung zugeschrieben werden muß. Die schwachen (und entfernten) Sterne und die kugelförmigen Sternhaufen haben dieselbe Symmetrieebene. Die hellen (uns nächsten) Sterne jedoch scheinen ein besonderes, in das galaktische eingebettetes System zu bilden, dessen Symmetrieebene gegen die Ebene der Milchstraße einen Winkel bildet, für den sich aus der Bearbeitung der dazu besonders geeigneten hellen Sterne vom Spektraltypus B der Wert 12° ergeben hat.

Das Erscheinen der ersten drei Bände des neuen *Henry Draper* Catalogue (Rektaszensionsstunden 0^h—9^h), der die Spektra aller Sterne bis fast zur 9. Größe enthält, gab *Shapley* eine Möglichkeit, die Hypothese der Sterngruppe in der nächsten Umgebung der Sonne (local cluster) zu prüfen. In ein Diagramm, das als Abszisse die Rektaszension, als Ordinate die Deklination hat, werden sämtliche Sterne vom Typus B (außer B 8 und B 9) eingetragen. Das Diagramm enthält ferner den galaktischen Äquator und den Äquator der sonnennahen Gruppe, wie er sich aus den B-Sternen bis zur Größe 5,5 früher ergeben hat.

In ein erstes Diagramm dieser Art werden die B-Sterne, die heller als 6. Größenklasse sind, eingezeichnet. Sie liegen fast gänzlich auf einer Seite des galaktischen Äquators, umschließen aber symmetrisch den Äquator der nahen Sterne.

Die Einzeichnung der B-Sterne bis zur 7. Größe bedeutet eine Erweiterung des Radius der untersuchten Raumkugel auf das 1,6-fache (unter der Voraussetzung gleicher absoluter Leuchtkraft der B-Sterne in verschiedenen Raumgegenden). Das Bild verändert sich stark. Die zu den früheren hinzukommenden Sterne liegen nur zum sehr kleinen Teile nahe dem Äquator der Sondergruppe, ihre große Menge schließt sich dem galaktischen Äquator an.

Entscheidend wirkt das dritte Bild, in welches nur die Sterne eingetragen sind, die schwächer als 7. Größe und durchschnittlich in größerer Entfernung anzunehmen sind. Für diese Sterne ist offensichtlich der galaktische Äquator die Symmetrieebene.

Diese Prüfung bestätigt also die von *Shapley* entworfene Anschauung, daß die Sterne der näheren Umgebung der Sonne einen Sternhaufen von geringer Ausdehnung bilden, der ebenfalls stark abgeflacht ist, aber eine andere Symmetrieebene hat als das allgemeine galaktische System. Die äquatoriale Ausdehnung des sonnennahen Haufens läßt sich auf Grund desselben Materials abschätzen. Die Sterne der Typen B_0, B_1, B_2 haben durchschnittlich eine größere absolute Leuchtkraft als die der Typen B_3 und B_5. Ein Stern 7. Größe der Gruppe B_0, B_1, B_2 ist also in größerer Entfernung zu suchen, als wenn er zu B_3 oder B_5 gehörte. In dem dritten Shapleyschen Diagramm liegen die B_0-, B_1- und B_2-Sterne fast ausschließlich in der Nähe des galaktischen Äquators. Der Haufen reicht also nicht bis in die Entfernung, die ein B_1-Stern haben muß, um uns als Stern 7. Größe zu erscheinen (etwa 1000 bis 1500 Lichtjahre). Die früheren stellarstatistischen Untersuchungen haben nur diesen Sternhaufen der nächsten Sonnenumgebung erfaßt, das galaktische Sternsystem ist erst durch die Einbeziehung der schwächeren Sterne erreicht worden. *W. Kruse.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.